



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Evaluación de la composición del biogás proveniente de residuos orgánicos del camal
municipal en un biodigestor tubular, Huallanca, Ancash - 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA AMBIENTAL

AUTORAS:

Br. Cadillo Garay Luz Yesenia (ORCID: 0000-0003-0859-8679)

Br. Ramos Rico Noemi Ruth (ORCID: 0000-0002-0218-382X)

ASESOR:

Dr. Cabrera Carranza Carlos Francisco (ORCID: 0000-0002-5821-5886)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

Primeramente, a Dios, por la vida y por permitirnos cumplir unos de nuestras metas; a nuestros padres, quienes han estado con nosotras durante el proceso de elaboración de este trabajo, por apoyarnos y guiarnos, por ser la base que nos ayudaron a llegar hasta aquí.

Agradecimiento

A Dios, por darme fuerza y aliento para continuar con este trabajo, a nuestros padres, por brindarnos su apoyo incondicional y por el sacrificio durante todos estos años de nuestra formación, por inculcarnos buenos valores y principios.

A nuestros docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por compartirnos su conocimiento a lo largo de nuestra formación profesional, de manera especial, a nuestro asesor el Dr. Carlos Francisco Carranza Cabrera por apoyarnos a lo largo de la investigación, al Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez por su apoyo con rectitud, motivación y paciencia para culminar con este trabajo de investigación.

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	19
2.1 Diseño de investigación	19
2.2 Tipo de investigación	19
2.3 Nivel de investigación	19
2.4 Población y muestra	21
2.4.1 Población	21
2.4.2 Muestra	21
2.4.3 Muestreo	21
2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	22
2.5.1 Técnica:	22
2.5.2 Instrumentos de recolección de datos	22
2.5.3 Validez y confiabilidad de instrumentos	22
2.5.4 Confiabilidad	23
2.6 Etapas de investigación	23
2.7 Métodos de análisis de datos	32
2.8 Aspectos éticos	32
III. RESULTADOS	33
3.1 Análisis de la muestra de los residuos orgánicos del camal municipal (contenido ruminal de ovino, porcino y vacuno)	33
3.2 Factores que determinan que determinan la obtención de biogás	33
3.3 Resultado de la composición del biogás	37
IV. DISCUSIÓN	44
V. CONCLUSIONES	46
VI. RECOMENDACIONES	47
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
ANEXOS	54

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Composición química del biogás</i>	10
Tabla 2. <i>Rangos de temperatura y tiempo de fermentación anaeróbica</i>	15
Tabla 3. <i>Tiempo de retención</i>	15
Tabla 4. <i>Principales equipos para el uso del biogás</i>	16
Tabla 5.- <i>Operacionalización de variables</i>	19
Tabla 6. <i>Resultados de los análisis de los residuos orgánicos del camal</i>	33
Tabla 7. <i>Resultado de la relación C/N de los residuos orgánicos del camal municipal</i>	33
Tabla 8. <i>Resultado de la proporción residuo orgánico: agua de la carga diaria</i>	34
Tabla 9. <i>Resultados para el dimensionamiento del biodigestor tubular</i>	34
Tabla 10. <i>Resultado de temperatura y pH</i>	35
Tabla 11. <i>Resultados de análisis de la composición del biogás</i>	37
Tabla 12.- <i>Estadísticas de fiabilidad</i>	40
Tabla 13.- <i>Resumen de procesamiento de casos</i>	41
Tabla 14.- <i>Prueba de Normalidad de las componentes del biogás</i>	42
Tabla 15.- <i>Correlaciones</i>	42

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Etapas de la digestión anaerobia.	11
<i>Figura 2.</i> Diseño del biodigestor tubular.	12
<i>Figura 3.</i> Forma de la zanja, con dos tipos de corte A y B.	14
<i>Figura 4.</i> Etapas de proceso para la recolección de datos.	23
<i>Figura 5.</i> Pesado de los residuos orgánicos del camal municipal para la caracterización	24
<i>Figura 6.</i> Muestra de los residuos orgánicos del camal municipal (contenido ruminal de ovino, porcino y vacuno) a) pesado de las muestras. b) muestras recolectadas.	25
<i>Figura 7.</i> Análisis del pH, T° y CE de los residuos orgánicos del camal municipal. a) contenido ruminal del porcino, b) contenido ruminal del vacuno, y c) contenido ruminal del ovino.	25
<i>Figura 8.</i> Mapa de ubicación del Distrito de Huallanca.	26
<i>Figura 9.</i> Proceso de construcción de la zanja. a) Delimitación del área de la zanja, b) excavación, c) tarrajeo de las paredes con yeso, d) tendido de la paja y e) tendido del plástico.	27
<i>Figura 10.</i> Armado del biodigestor tubular. a) Cortado del plástico, b) amarrado del tubo al plástico con tiras de jebe. c) inflado del biodigestor para probar si existe fugas de aire. d) invernadero para el biodigestor.	28
<i>Figura 11.</i> a) Preparación de la materia prima b) Carga de la materia prima.	29
<i>Figura 12.</i> Proceso de instalación de la salida del biogás. a) Instalación de los tubos. b) Instalación de la válvula de seguridad.	29
<i>Figura 13.</i> Proceso de instalación de la salida del biogás. a) Instalación del tubo de salida del biogás. b) instalación del filtro con el tubo de salidas del biogás.	30
<i>Figura 14.</i> Filtro de hierro tratado.	31
<i>Figura 15.-</i> Monitoreo de temperatura ambiente del invernadero. a) medición de la temperatura ambiente, b) medición de la temperatura y pH del biol y c) obtención de la muestra del biogás. ...	31
<i>Figura 16.</i> pH y Temperatura	36
<i>Figura 17.</i> Composición del biogás CH ₄	37
<i>Figura 18.</i> Composición del biogás CO ₂	38
<i>Figura 19.</i> Composición del biogás O ₂	38
<i>Figura 20.</i> Composición del biogás H ₂ S.....	39
<i>Figura 21.</i> Composición del biogás CO.....	39

RESUMEN

La presente investigación tuvo como principal objetivo evaluar la calidad del biogás proveniente de residuos orgánicos de camal municipal del distrito de Huallanca producido en un biodigestor tubular, se analizaron la composición química y también se determinaron los variables de operación en la obtención del biogás. Siendo una investigación experimental de enfoque cuantitativa y de tipo aplicada; la población que interviene son los residuos orgánicos del camal (contenido ruminal de ovino, porcino y vacuno) con una muestra de 516 Kg de los residuos. Las etapas de investigación se dieron inició con la caracterización de los residuos, se realizaron los cálculos para el dimensionamiento del biodigestor tubular; se determinó la proporción de la carga orgánica y agua de 1:2 siendo el volumen de la carga total de 1.548 m³, con un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 85 días; la temperatura durante el proceso oscilo entre 14.3 °C - 25.3 °C y el pH que vario entre 5.5 a 7.30; obteniendo un porcentaje máximo de 16.6 % de CH₄, para disminuir el porcentaje de H₂S se instaló un filtro de virutas de hierro que fue tratada con una solución de HCl al 5% y NaOH al 5%, logrando disminuir la concentración de H₂S de 1800 ppm a 550 ppm. Debido a esto se dice que la composición química y los factores de operación son importantes para determinar la calidad del biogás.

Palabras claves: Contenido ruminal, biodigestor tubular, calidad de biogás, temperatura, potencial de hidrogeno.

ABSTRACT

The main objective of this research was to assess the quality of biogas from organic municipal camal waste in the district of Huallanca produced in a tubular biodigester, the chemical composition was analyzed and the chemical composition was also determined operational variables in obtaining biogas. Being an experimental research of quantitative and applied type approach; the population involved is the organic waste of the camal (ruminal content of sheep, pig and beef) with a sample of 516 kg of the waste. The research steps began with the characterization of the residues, the calculations were performed for the sizing of the tubular biodigester; the proportion of the organic load and water of 1:2 was determined with the total load volume of 1.548 m³, with a hydraulic retention time (HRT) of 85 days; temperature during the process oscillo between 14.3 °C – 2 5.3 °C nd pH ranging from 5.5 to 7.30; obtaining a maximum percentage of 16.6% CH₄, to decrease the percentage of H₂S an iron chip filter was installed that was treated with a solution of HCl at 5% and NaOH to 5%, managing to decrease the concentration of H₂S from 1800 ppm to 550 ppm. Because of this it is said that chemical composition and operating factors are important for determining biogas quality.

Keywords: Ruminal content, tubular biodigester, biogas quality, temperature, hydrogen potential.

I. INTRODUCCIÓN

Desde muchos años atrás el uso de combustibles fósiles son fuentes principales de energías domésticas y de diferentes industrias, el uso excesivo de estas ocasiona graves problemas al ambiente, por el incremento de los principales gases de efecto invernadero (GEI) y dióxido de carbono (CO₂) y otros gases causantes del calentamiento global. Así mismo la mala disposición de los residuos generados por las industrias alimentarias como los centros de beneficios, provoca daños severos al ambiente.

El desarrollo de diferentes fuentes alternativas de energía es cada vez más importante, la valoración de residuos orgánicos y el uso mínimo de combustibles fósiles. Dentro de las fuentes alternativas de energías se tiene la generación del biogás, es una fuente de combustible que se genera naturalmente a partir de residuos orgánicos aprovechando el uso de diferentes tecnologías de digestores para la descomposición de materia orgánica en ausencia de oxígeno, el metano que presenta equivale de un 50 a 70 % del biogás y el resto a otros gases, esto para usos como generación de calor, energía eléctrica, combustibles para vehículos, etc.

Es evidentemente que la **Problemática** en la actualidad se generan grandes volúmenes de residuos que son vertidos a la intemperie produciendo serios problemas de contaminación ambiental y malestar a la población, en los países en desarrollo, las comunidades urbanas y rurales generan grandes cantidades de demanda de alimentos para suplir las necesidades básicas de la población, después de realizar el faenamiento de los animales distribuyen en diferentes mercados y comercializar para consumo humano, muchas veces estas se dan en condiciones inadecuadas lo que genera un producto de calidad desmejorada al mismo tiempo la mala disposición de residuos del proceso de faenamiento, en general no son aprovechados y generando impactos negativos al ambiente GUERRERO y RAMIREZ (2004). Un control inadecuado de los residuos generados en las industrias, puede provocar impactos negativos al ambiente, debido a la emisión de gases contaminantes hacia la atmósfera, y la acumulación de micro y macro nutrientes en el suelo y en los cuerpos hídricos superficiales. En EE.UU. existen legislaciones detalladas para un adecuado manejo y depósito de excretas de animales que contaminan el ambiente, estas son monitoreadas por la agencia de protección ambiental (EPA). Sin embargo, en los países como: Argentina, Chile, Colombia y México, no existe una legislación que permite la regulación y vigilancia del uso y manejo de excretas de animales PINOS (2012).

El Servicio Nacional de Sanidad Agraria – SENASA menciona los principales centros de faenamiento de ganados en la región Áncash, que cinco mataderos ubicados en Chimbote, Tangay, Carhuaz, Caraz y Huaraz ninguno cuenta con la autorización sanitaria de funcionamiento (2017). A la fecha somos incapaces de valorizar los residuos orgánicos que son generados en diferentes centros de beneficio, por lo que estos residuos son vertidos en los ríos dañando la biodiversidad. En esta investigación se utilizará los residuos orgánicos provenientes del camal municipal del distrito de Huallanca, mencionado esto ¿Cómo relacionamos la problemática de la generación de residuos orgánicos y el aprovechamiento de estas?, planteamos la obtención de biogás como una alternativa para producir combustible amigable con el ambiente.

En la elaboración de esta problemática se realizó **Trabajos previos**, por consiguiente, mostramos tanto en el ámbito internacional como nacional,

MEJIA y PARRA (2019), *“Producción de biogás mediante biodigestor a escala piloto con residuos semi-sólidos (excretas y rumen) del camal de calceta, Bolívar”*, valorizan los residuos semisólidos en un biodigestor a escala piloto para producir biogás. El método empleado correspondió a la investigación de enfoque cuantitativo, diseño experimental, la población y muestra fueron de 20, 30 y 40% de rumen, estiércol bovino y porcino respectivamente, la producción de estiércol de bovino fue 540 kg/sem., estiércol porcino de 206 kg/sem. y rumen 720 kg/sem., el pH fue 5.36 a los 30 días. Concluyeron que la producción de biogás presentó una diferencia significativa de ($p < 0.05$), y con una mayor eficiencia presenta el biodigestor al 40 % de rumen.

VENEGAS, REJ y PINTO (2019), *“Biogás, la energía renovable para el desarrollo de granjas porcícolas en el estado de Chiapas”*, Aprovecharon estiércol de cerdo para generar energía renovable. La metodología empleada de Chen, United States Environmental Protection Agency (USEPA) estimaron 5, 381,925 m³ del potencial de biogás al año) obtenidos en los 14 municipios con granjas porcícolas tecnificadas, donde el potencial del biogás por cerdo es 0.21 m³/día.

LOPEZ y SUAREZ (2018), *“Experiencia de suministro de biogás en una comunidad rural, en Cuba”*, obtuvieron biogás a partir del proceso de digestión anaeróbica de la excreta de los animales mediante dos digestores que formaban parte del sistema de tratamiento, con una metodología experimental y evaluaron el suministro, consumo y el empleo de biogás

producida en una granja de porcino en 31 viviendas de la comunidad rural aledaña, con la instalación de la red de distribución de biogás, calentamiento de agua, el alumbrado y la refrigeración. Como resultado dejaron de consumir 11tn/año de leña para la cocción en el comedor obrero de la UEB y en las viviendas, también disminuyó el consumo de energía eléctrica un promedio de entre 40 y 60 %, mientras que dejaron de consumir 18.3 mW h/año de energía eléctrica del Sistema Electro energético Nacional (donde 1 mW = 1 000 kW). Por ello el biogás obtenido para la cocción contribuyo a mejorar la calidad de vida de 110 habitantes y permite una rápida recuperación de la inversión.

TEWELDE (2018), ***“Digestión anaerobia de la producción de biogás a partir de mezclas de excremento de vaca, cascara de plátano y mango de Bahir dar Zuria, Etiopia”***, Indagaron la efectividad y las características de rendimiento de la digestión anaeróbica mezclada con cáscaras de frutas para la producción de biogás. La metodología fue experimental, realizaron con tres digestores diferentes que contenían una mezcla de niveles variables de tres sustratos diferentes etiquetados como digestor A, B y C. En cada digestor, los sustratos se mezclaron con la cantidad apropiada de agua en la relación de 1:10. Fueron sometidas a digestión anaeróbica para la producción de biogás en un periodo de retención de 15 días y un rango de temperatura mesófila de 26 - 35°C. Finalmente obtuvo (43,5L) de 60-70% de composición de metano, biogás inflamable a partir de las mezclas de muestras secas y píldoras de fruta (digestor -A) en comparación con el digestor B y el digestor C a partir del tercer día del periodo de digestión.

SÁNCHEZ (2017), ***“Evaluación de la viabilidad de la biodigestión como sistema de tratamiento de los residuos de la granja porcina "Galo Porcino" Canton Echeandia, Provincia de Bolívar, año 2016”***, construyó un biodigestor a escala piloto para evaluar la viabilidad de la biodigestión provenientes del estiércol de la granja, trabajó en un total de 500 cerdos que fueron divididos en 5 cubículos considerando 100 en cada uno con un total de 1.130 kg/día de estiércol y la carga de materia fue 160 L de sustrato dejando el 25% libre para la producción de biogás, las temperaturas fueron de 25°C ascendiendo a los 8 días a 42°C y en los últimos días 24° manteniéndose ya constante los parámetros fisicoquímico en el laboratorio de agua y suelo , se tomaron muestras de biol, se analizaron el pH dando resultados el rango de neutralidad (6,4). El diseño de un biodigestor a escala real, se plantean cálculos matemáticos, para conocer la generación diaria de excretas al día, con una dimensión de 4m de ancho; 4m de largo y 3m de altura debe ser construido de material de

concreto, con un flujo semi-continuo, y con carga de sustrato de 10 días. Por ello la construcción del biodigestor tendrá un costo total de \$5618,15 incluyendo todas las instalaciones y mano de obra, el tiempo destinado para la construcción será de 2 meses.

APOLO (2019), ***“Diseño y emplazamiento de un biodigestor para el aprovechamiento de biogás en la granja de explotación porcina 'Mis Tres Marías' Arenillas-El Oro-Ecuador”***, diseñó e implemento un biodigestor con capacidad de 28.8 m³, la carga líquida 75% y carga gaseosa 25%, con una mezcla de estiércol y agua fue 1.44 m³ en proporción 1:4. Se consideró medir los parámetros como: la temperatura ambiente, pH, tiempo de retención hídrica, capacidad de carga y volumen del biogás; en la primera carga fue de 7.72 m³ con un tiempo de retención de 15 días, a una temperatura ambiente promedio de 29 °C y un pH de 7.5. Para el abastecimiento de quemadores de un sistema de calefacción para lechones, donde esta consume 2.06 m³/día, la temperatura en los cubículos para los lechones fue hasta 37.2 °C, cubriendo un área determinada de 4.5 m².

LARA (2016), ***“Diseño de un biodigestor para la producción de biogás generado por las excretas de ganado vacuno, en el Criadero ‘Jersey Chugllin’***, genero biogás en un biodigestor tubular a partir de estiércol de vacuno, su muestra de estiércol fue de 6 vacas por 5 días con un total de 7,5 Kg/día en dos biodigestores de 20L, el primero estuvo a temperatura ambiente y el segundo a temperatura mejorada, se realizó prueba de probetas y flama durante el tiempo de retención, en el segundo biodigestor el tiempo de retención fue de 38 días, carga diaria de 224 Kg/d, volumen total del digestor 11.34, concluyó que la producción de gas metano fue de 2,83 m³ diarios con lo que abasteció el 45% del valor total que necesita el Criadero para cubrir las actividades en las que emplea gas licuado de petróleo (GLP).

TARAMONA y BARRERNA (2017), ***“Rendimiento de biogás y sus beneficios socio económico en el desarrollo rural sostenible de las comunidades altoandinas. Ancash-Perú”***, el biogás obtenido como energía alternativa, emplearon biodigestores tubulares de con 6 y 9m³ de volumen de la carga orgánica, con una proporción de estiércol de vacuno y agua de 1:5. Los resultados que obtuvieron a los 38 días de retención hídrica, donde el biogás alcanzó la presión de 10 cm de agua. El poder calorífico del biogás en la cocina de dos hornillas fue de 5 horas.

BARRENA, OLIVARES y CHAUCA (2017), ***“Influencia de la temperatura ambiente sobre la producción de biogás”***, Los biodigestores fueron instalados en siete localidades con diferentes condiciones climáticas, se trabajó con biodigestores tubulares de PVC, de 6 y 9 m³ de volumen, con una proporción de estiércol de vacuno y agua de 1:5. Se determinó los días de retención hidráulico (TRH). Determinaron que la altitud sobre el nivel del mar y el volumen del biodigestor no influyen sobre el TRH; sin embargo, el parámetro que influye es la temperatura.

TAY (2017), ***“Rendimiento de biogás y biofertilizantes en la digestión anaerobia de estiércol de animales y rastrojos en Lambayeque”***, midió la eficiencia durante la digestión anaeróbica con rastrojo y estiércol, colectó estiércoles de aves de corral, Cavia porcellus “cuy”, Bos taurus “vacuno”, sus scrofa domesticus “porcino” y rastrojos de Zea mays L. “maíz”, realizó la caracterización fisicoquímica y determinó la fitotoxicidad. Formuló cuatro mezclas con una relación Carbono: Nitrógeno fue de 30:1 con 50% de sólidos totales, se pre fermentaron un mes a temperatura ambiente y luego se fermentan con líquido ruminal como inóculo en digestor de 3,5 L a escala de laboratorio. La mezcla de estiércol - rastrojos con la que alcanzó la mayor presión de biogás, la digestión anaerobia de esta mezcla produjo 790 L de biogás durante 3 meses, con un volumen de producción de 0,013 m³ y un rendimiento de biol de 81,57%.

BEDOYA y CHAPARRO (2016), ***“Uso del estiércol para la producción de biogás en Moquegua”***, evaluaron la obtención del biogás usando el estiércol de animales en condiciones controladas. La metodología es experimental las muestras fueron provenientes de estiércol de bovinos, también utilizaron un diseño experimental en tres repeticiones y los cálculos trabajados fue con el coeficiente que se determinó a través de un programa estadístico Sigma Plop a un 95% de nivel de confianza, la obtención del biogás fue los 63 días en 445 L; la temperatura durante la noche fue 28 °C y 58 °C en el día, pero la mayor cantidad fue a partir de los 35 días de iniciada la fermentación anaeróbica. Por ello para medir la eficiencia del biogás se comprobó su presencia mediante la quema que produjo una llama azul.

VEGA (2015), ***“Diseño, construcción y evaluación de un biodigestor semicontinuo para la generación de biogás con la fermentación anaeróbica del estiércol de cuy y de conejo para Institución Educativa Privada Cristiana Bereshi”***, realizó la búsqueda y solución de una tecnología para el uso de los residuos generados en la granja, para lo cual se diseñó y construyó un biodigestor para obtener biogás, adapta y hace viable la aplicación de la tecnología para mejorar proceso de digestión; estiércol de cuy y conejo como materia prima para la producción de biogás, que sirvan como fuente de energía y consideraron los cuatros etapas para determinar las propiedades químicas y para el proceso de fermentación y durante la construcción, ejecución se consideró los datos obtenidos de la cantidad de mezcla de utilizar. Se obtuvo biogás un total de 6m^3 , con una velocidad de producción de $0.194\text{ m}^3/\text{día}$ y una concentración de metano del 55% durante la composición del biogás, proveniente de la fermentación anaeróbica del estiércol.

OBLITAS (2018), ***“Estudio técnico-económico para producir biogás a partir de los residuos generados por el camal municipal de Tután 2017”***, diagnosticaron el estado del camal, teniendo como resultado contaminación del agua, suelo y aire el cual es un problema para el medio ambiente como para el mismo camal, luego determinó las cantidades generadas en el camal para la obtención de biogás, los residuos orgánicos estuvieron constituidos principalmente por excretas de ganado vacuno, porcino, ovino, caprino sacrificado en el camal,obteniéndose:10,158 kg de estiércol y rumen mensual, su resultado fue el de geomembrana con una capacidad de 150 m^3 producción de biogás, Por ello la inversión total para realizar el siguiente proyecto es de: s/ 12,549.00 el cual será financiado por la misma municipal.

MARTÍNEZ (2015), ***“Producción potencial de biogás empleando excretas de ganado porcino en el estado de Guanajuato”***, investigó la reforma energética, así como los cambios mundiales en el uso y obtención de energía eléctrica o calorífica, empleando fuentes alternas, maximizar el uso y explotación del biogás que se obtiene del estiércol de diferente tipos de ganado , se presenta un estudio, empleando estadísticas locales para evaluar el potencial energético disponible a partir de las excretas de ganado porcino para producir biogás y establecer una valoración de la energía eléctrica anual obtenible , el ahorro en equivalente a barriles de petróleo que se podría manejar y la cantidad de gases que se dejarían de añadir a la atmósfera. Además, el estado de Guanajuato, existen cerca de un millón de

cerdos de diferentes edades registrados, pudiendo producir una energía potencial para alimentar a más de 60,000 viviendas.

MOJICA, VIDAL y RUEDA (2016), ***“Estudio de las características físico-químicas de residuos orgánicos para su uso potencial en la producción de biogás”***, caracterizar los residuos del rastro municipal (mezcla de sangre, contenido rumial y trozos de vísceras y aserrín) y de una granja porcícola (estiércol) para determinar su uso potencial en la producción de biogás. El método empleado correspondió a la investigación de enfoque cuantitativo, los resultados mostraron que los residuos de la granja porcícola tiene una producción potencial de biogás y de metano de 828 y 437 m³/tonelada, respectivamente; los de la granja avícola de 804 y 411 m³/tonelada y los del rastrojo de 795 y 402 m³/ton. Finalmente tuvo la conclusión; los residuos de la granja porcícola tienen mayor producción de biogás y metano.

VIZCON y SANCHEZ (2019), ***“Potencial Energético de Co-digerir Estiércol bovino, Lodos cloacales y residuos de Comida”***, el tratamiento anaerobio de los residuos orgánicos para obtener un energético (metano del biogás), trabajó en su investigación con reactores agitados a escala de laboratorio los residuales fueron digeridos obteniendo como resultados un potencial energético 1.32-8.92 Mj/kg de sólidos totales más que con quema de 1 kg de estiércol, establecer los límites de la carga orgánica y observó el crecimiento del potencial energético, debido al posible efecto sinérgico con la mezcla sobre los residuos de la comida. Concluyó que la co-digestión anaerobia de los residuales con una proporción en la mezcla de proceso del 50 % o menos de sólidos totales de resto de comida es exitosa.

HUERTAS (2019), ***“Evaluación de la remoción del sulfuro de hidrogeno en el biogás mediante el método de la aireación”***, evaluó la desulfuración biológica con inyección de aire y la desulfuración química con filtro de hierro para comparar, también analizar la reducción del sulfuro de hidrogeno, factibilidad y costos. Para la eficiencia de remoción (ER) alcanzó el 70 %, mientras que con la inyección de aire se alcanzó una ER de 100 %, el rendimiento de desulfuración del filtro de hierro disminuyó la concentración en 15.6 %. Finalmente, el método de aireación como los filtros de hierro fue simple de instalar.

ORTEGA, FERNÁNDEZ y RODRÍGUEZ (2015), ***“Principales métodos para la desulfuración del biogás”***, analizaron el contenido de sulfuro de hidrógeno en el biogás, el cual tiene un grado de toxicidad y poder corrosivo, que limita su uso. Por ello la

desulfuración de efluentes gaseosos se puede clasificar, de acuerdo con sus principios físico-químicos, como: utilizaron compuestos químicos orgánicos e inorgánicos, absorción por método físicos, método biotecnológicos y filtración por membranas, su objetivo fue exponer la principal característica de los métodos más empleados a nivel mundial y los resultados alcanzados la muestra inicial del H_2S con un resultado 0.178 % y muestra final varia con menor valor de 0.035 % en la concentración final. El biogás está en condiciones de ser empleado cumpliendo con las normas establecidas está por debajo del valor normado ($< 0.1\%$ molar). Finalizaron que el biogás ofrece ventajas económicas, sociales y medioambientales sobre el resto de los combustibles no renovables.

LINARES, LÓPEZ y MERINO (2017), ***“Fundamentos teóricos y propuesta de un proceso para la práctica del envasado de biogás libre de CO_2 y H_2S en el Salvador”***, en su investigación realizaron una recopilación de información acerca del muestreo, análisis, purificación, compresión y envasado de biogás, utilizaron un flujo diario de $150m^3$ de biogás. La metodología de análisis de biogás; consistió en la utilización del equipo Sewerin Multitec 540 ® que de manera muy eficaz brindó datos acerca de la composición en volumen del biogás producido. Para el caso del biodigestor que fue analizado después de la purificación, consistió en la implementación de un filtro de óxido férrico, para la remoción del H_2S y CO_2 . En sus resultados la composición aproximada del biogás que se estimó fue de 70% de metano (CH_4), 15% de dióxido de carbono (CO_2), 10% de vapor de agua y un máximo estimado de 600 ppm de sulfuro de hidrogeno (H_2S).

QUISPE (2015), ***“Producción y evaluación de la calidad del biogás y biol en un biodigestor usando estiércol de codorniz de la granja V.A. velebit SAC, ubicada en el distrito de Lurigancho-Chosica”***, evaluó la calidad del biogás y la concentración de macronutrientes y coliformes fecales presentes en el biol, obtuvo valores óptimos de pH entre 6 a 8, la temperatura interior del proceso fue mayormente psicrófila (entre 18 a $25^{\circ}C$), y algunos estuvieron en el rango mesófilo ($25-27.2^{\circ}C$), estos rangos de temperatura no son óptimos para la producción de biogás. El valor máximo de porcentajes de metano (CH_4) encontrados fueron 44.6% y 40%, lo que indica que estos no llegaron a tener buena calidad ($>50\%$) por el comportamiento de la temperatura y la baja actividad metanogénica del inóculo, el oxígeno (O_2) de 2.5% a 6.37% y el dióxido de carbono (CO_2) entre 9.13 a 39.33 %.

Según lo mencionado, las **teorías relacionadas** con respecto a los **residuos orgánicos**, los **residuos sólidos** y **semi-sólidos** son propio de la naturaleza humana, por realizar una actividad se generan cierta cantidad de desechos. Además, la inadecuada eliminación de representa un impacto negativo al ambiente debido a muchos factores, falta información básica, deficiencia de recursos económicos para implementar sistemas y tecnologías limpias para el tratamiento. Los **residuos semi-sólidos** de origen animal son generados en establecimientos como los establos, los camales, etc., el proceso de descomposición se da en tiempo corto, provocando daños severos (CUBILLOS y HUERTAS (2018). La **composición y uso del Estiércol**, se denomina a los excrementos de animales que se utilizan como fertilizante para los suelos. En ocasiones está constituido por más de un compuesto orgánico; generalmente por azúcares, proteínas, aceites, grasas y presenta elementos como carbono 50%, nitrógeno 16%, fósforo 14%, potasio 13%, otros 7 %. También es utilizado para generar biogás mediante el proceso de digestión anaerobia HELGUERO, BUSTILLOS y GONZALO (2018). Por lo tanto los **residuos sólidos de faenamiento**, establecimientos como los camales, tienen un impacto sanitario y ambiental considerable ya que es el lugar donde se generan residuos orgánicos provenientes de las vísceras, sangre, cachos, pezuñas y otros, éstos al no recibir un tratamiento adecuado causan impactos negativos hacia la atmosfera y afecta la salud GUERRERO y RAMIREZ (2004).

Animales beneficiados procedentes de la producción pecuaria destinados para consumo humano dentro de ellas están las especies como: ovinos, vacunos, porcinos, caprinos, équidos MINAGRI (2012). El **contenido ruminal**, conocido también como ruminaza, material que no alcanzó su digestión completa después de que el animal sea sacrificado, este posee una alta carga orgánica con elevada flora y fauna microbiana y productos de la fermentación ruminal, puede ser aprovechado como alternativa para la obtención de biogás RÍOS y RAMÍREZ (2012).

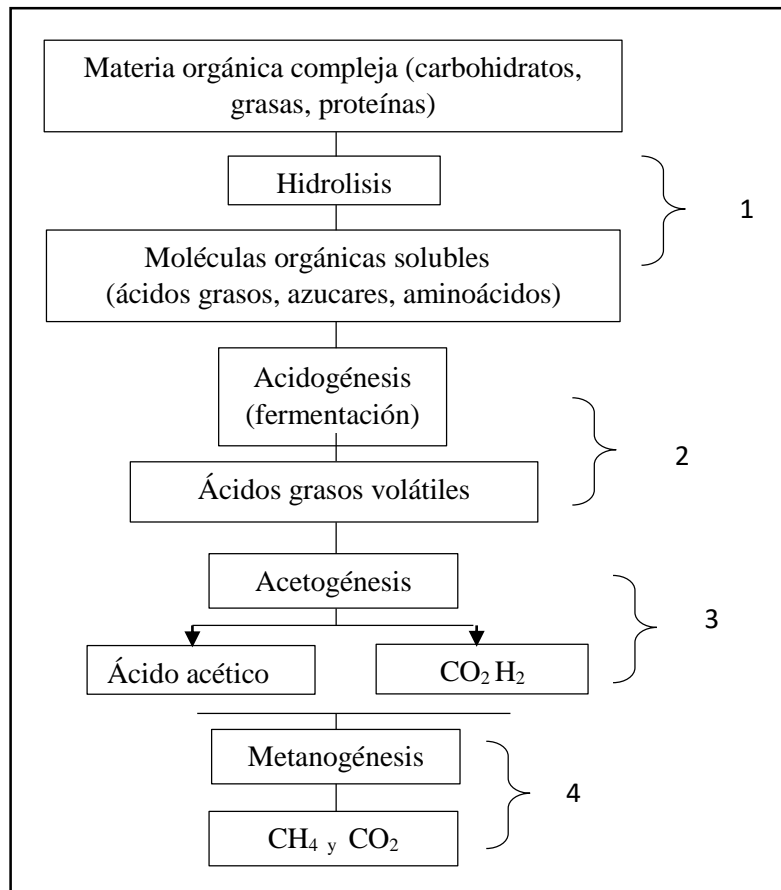
Biogás, se encuentra compuesto principalmente por la mezcla gaseosa de metano (50 % -70 %) y dióxido de carbono (30 % -50 %), y de otros gases que dependen de las diversas fuentes de producción (Tabla 1), el biogás es obtenido mediante el proceso de digestión anaeróbica de materia orgánica, durante el proceso las bacterias descomponen parcialmente la biomasa CRIOLLO y GUZMÁN (2014).

Tabla 1. *Composición química del biogás*

Componente	Formula (%)	Porcentaje
Metano	CH ₄	40 - 70
Dióxido de carbono	CO ₂	30 - 60
Monóxido de carbono	CO	0.1
Oxígeno	O ₂	0.1
Sulfuro de Hidrógeno	H ₂ S	0.1

Fuente: Criollo y Guzmán, 2014.

La obtención de biogás, se tiene en cuenta el tipo de proceso de digestión, por medio de conversión de los desechos orgánicos en biogás y bioabono APOLO (2019). La degradación anaeróbica de la materia orgánica resulta biogás ligeramente más liviano que el aire con una temperatura promedio de ignición de 700°C donde la llama alcanza alrededor de 850°C, de 30 a 45% de CO₂ y de otros gases. El biogás puede presentar un potencial energético de 20 a 25 MJ/m³, a diferencia del gas natural que es 38 MJ/m³; debido al contenido de CO₂ y trazas de ácido sulfhídrico, hidrógeno y nitrógeno MARTINEZ (2015). La **digestión anaerobia**, proceso de descomposición natural de materia orgánica en ausencia del oxígeno, se lleva a cabo en cuatro diferentes etapas: hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis (Figura 1); al finalizar el proceso se obtiene el biogás, lo cual está formado principalmente por metano y dióxido de carbono y como subproducto se obtiene un líquido (biol) que se podría utilizar como fertilizante orgánico. De modo que la digestión anaerobia puede realizarse con un solo sustrato o también agregando del 10 al 50 % de otro sustrato, esto es llamado también co-digestión TENIZA (2015).

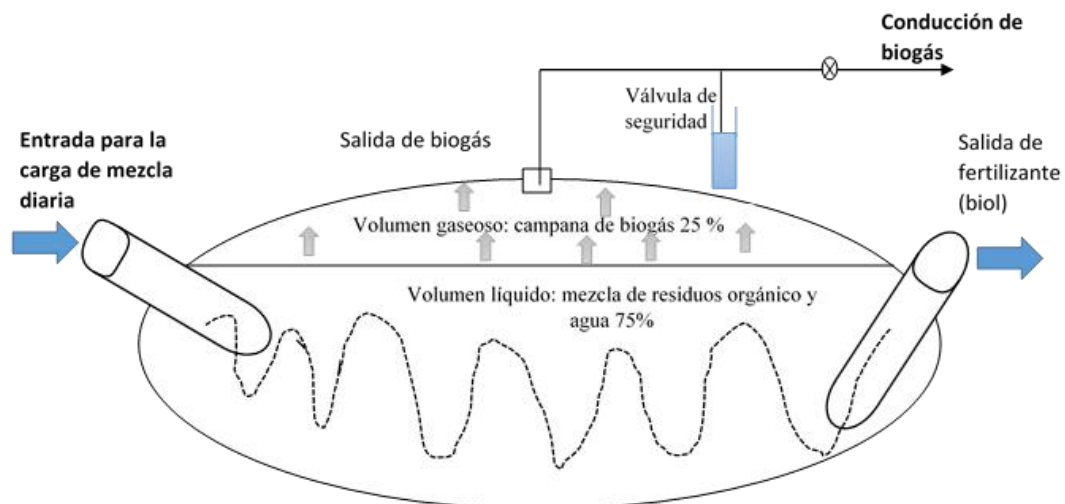


Fuente: Apolo, 2019.

Figura 1. Etapas de la digestión anaerobia.

Hidrólisis, proceso donde intervienen bacterias hidrolíticas que producen ácido acético, compuestos monocarbonados, ácidos grasos orgánicos y otros compuestos policarbonatos, las grasas en ácidos grasos y glicerol y las proteínas se hidrolizan hasta péptidos y aminoácidos liberando dióxido de carbono e hidrogeno BAYONA y CORTÉZ (2015). Mientras la **acidogénesis**, durante el proceso en la etapa de acidogénesis que hidrolizan y fermentan las moléculas complejas de la materia orgánica en ácidos orgánicos simples (ácido acético, hidrógeno y dióxido de carbono), lo cual son importantes porque producen alimento para los grupos de bacterias que actúan posteriormente, además eliminan cualquier traza de oxígeno disuelto FAO (2011). En caso de la **acetogénica**, en este proceso los productos de la etapa de acidogénesis (propiónico, butírico, valérico, láctico y etanol principalmente) son metabolizadas directamente por los organismos metanogénesis en productos más sencillos como acetato e hidrogeno a través de microorganismos acetogénesis. Las bacterias acetogénicas también necesitan un control exhaustivo de la concentración de hidrógeno, ya que con una elevada presión de hidrógeno se reduce la formación de acetato FAO (2011).

Metanogénica, las bacterias metanogénicas son las responsables de completar el proceso de la formación de metano a partir de sustratos monocarbonados o con dos átomos de carbono. En este proceso se pueden establecer dos grupos grandes de microorganismos en función a la metabolización del sustrato principal: hidrogenotróficos que consumen hidrogeno, dióxido de carbono y fórmico y acetoclásticos que consumen acetato, metanol y algunas aminas FAO (2011). Por otra parte, el **biodigestor**, tanque hermético, donde ingresa materia orgánica y por medio de un proceso de digestión anaerobia (ausencia de oxígeno), las bacterias se encargan de descomponer la carga orgánica y como producto de ello se obtiene biogás, que sirve como fuente de combustible. Por ello, resulta el efluente denominado biofertilizante (biol) que contiene nutrientes (nitrógeno amoniacal, fósforo, potasio y calcio) que fertilizan el suelo CUBILLOS y HUERTAS (2018). El tipo de **biodigestor tubular**, es de forma cilíndrica que da origen del modelo taiwanés (Figura 2). Tiene una entrada y salida de la materia orgánica, el tanque de digestión ocupa aproximadamente el 75% del volumen gaseoso y 25% del volumen líquido, suelen ser de polietileno o geomembrana de PVC YAUYO (2016).



Fuente: Martí, 2008.

Figura 2. Diseño del biodigestor tubular.

Cantidad de residuos orgánicos: peso de residuo disponible para ser utilizado en Kg.

$$\text{Ecuación 1. } \text{Peso del residuo} = S(\text{Kg})$$

Carga diaria para alimentar el biodigestor: se determina la relación de la mezcla residuo: agua.

$$\text{Ecuación 2. } Cd = S(\text{Kg}) + H_2O (\text{Kg})$$

Donde:

Cd: Carga diaria

S: Peso de sustrato en Kg

H₂O: Peso de agua en Kg

TRH: Tiempo de retención hidráulica es el tiempo que estará el sustrato en el biodigestor.

Volumen del tanque

Ecuación 3. $VTd = Vl + Vg$

Donde:

V_{Td}: volumen total de biodigestor.

V_l: volumen líquido

V_g: volumen del biogás

Volumen total de biodigestor es igual al Área Trapezoidal

Ecuación 4. $At = ((B + b) / 2 * h) * L$

Donde:

At: Área trapezoidal.

B: Base mayor

b: Base menor

h: Altura

L: longitud

Volumen Líquido:

Ecuación 5. $Vl = At * 75\%$

Vl: volumen liquido

At: área trapezoidal

Volumen del Biogás:

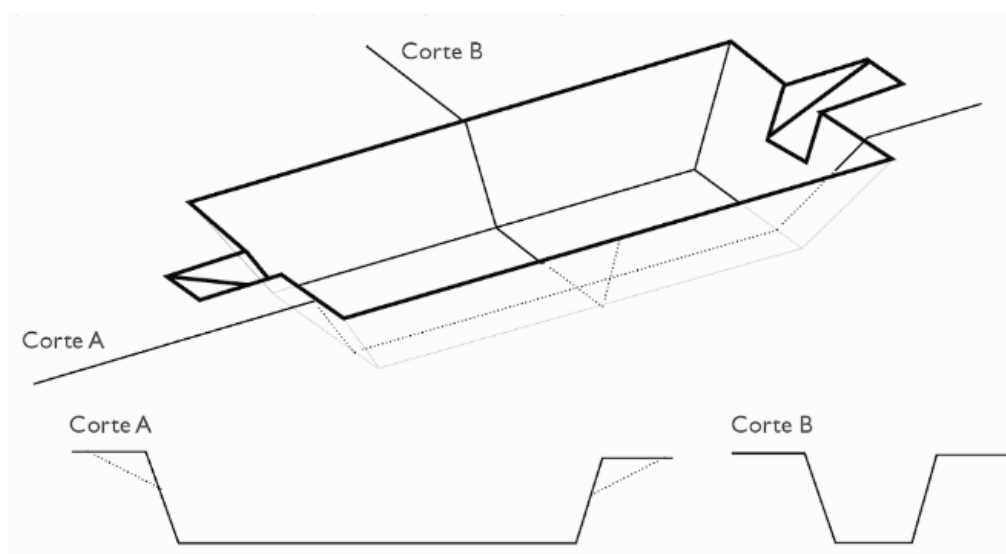
Ecuación 6.

$$Vg = At * 25\%$$

Vg: volumen gaseoso

At: área trapezoidal

Zanja de biodigestor, lugar donde el biodigestor descansará (Figura 3), las dimensiones de la zanja dependerá de la longitud y ancho del tanque de digestión del biodigestor MARTÍ (2008).



Fuente: (Martí, 2008).

Figura 3. Forma de la zanja, con dos tipos de corte A y B.

La **temperatura**, uno de los factores que intervienen en el proceso, debido a que estas afectan el crecimiento de las bacterias que son responsables para la obtención del biogás, el rango de temperatura para la producción de biogás es de 4 °C a 68 °C, a medida que la temperatura aumenta, el biogás incrementa, disminuyendo el tiempo de retención hidráulica de la materia orgánica PRIETO y FAJARDO (2017). Existen rangos de temperatura para el funcionamiento del microorganismo (Ver Tabla 2). En ocasiones es necesario mejorar la temperatura para un mejor rendimiento del proceso.

Tabla 2. Rangos de temperatura y tiempo de fermentación anaeróbica

Fermentación	Mínimo	Óptimo	Máximo	Tiempo de Fermentación
Psycrophilica	4-10 °C	15-18 °C	20-25 °C	Sobre 100 días
Mesophilica	15-20 °C	25-35 °C	35-45 °C	30-60 días
Termophilica	25-45 °C	50-60 °C	75-80 °C	10-15 días

Fuente: FAO, Manual de biogás, 2011.

Tiempo de retención, tiene relación con el número de días que debe permanecer una cantidad dada de desechos dentro del digestor y en función con la temperatura ambiental de la zona de la planta; es así que en temperaturas altas el tiempo de retención es corto y en temperaturas bajas el tiempo de retención será más largo, en la Tabla 3 se observa la relación entre el tiempo de retención en días y las temperaturas PRIETO y FAJARDO (2017)

Tabla 3. Tiempo de retención

Temperatura (°C)	Tiempo de retención
10	90 días
15	60 días
20	45 días
25	37 días
30	32 días
35	28 días

Fuente: FAO, Manual de biogás, 2011.

pH (Alcalinidad y Acidez), en el biodigestor debe estar en un rango de 6.8 y 7.5, debido a los cambios drásticos durante la actividad de la población metanogénica ya que son muy vulnerables en comparación con las demás poblaciones en el lodo CUBILLOS y HUERTAS (2018). Con respecto a la **relación Carbono Nitrógeno (C/N)**, la calidad y cantidad del biogás producido depende de la composición y la naturaleza del residuo que se utilizará en el proceso. El carbono y nitrógeno son las principales fuentes de alimentación de las bacterias metanogénicas, se considera la relación optima de C/N un aproximado de $C/N = 30/1$ cuando se tiene material fresco para iniciar con la digestión anaeróbica, para ellos es importante realizar mezclas en proporciones adecuadas. El contenido de Carbono y nitrógeno de las materias orgánicas se puede calcular con la fórmula de la ecuación 7 FAO (2011).

$$\text{Ecuación 7. } C/N = (C1 * Q1 + C2 * Q2 + \dots + Cn * Qn) / (N1 * Q1 + N2 * Q2 + \dots + Nn * Qn)$$

Donde:

C/N = mezcla de materias primas

C = % de carbono orgánico contenido en cada materia prima

N = % de nitrógeno orgánico contenido en cada materia prima

Q = Peso fresco de cada materia, expresado en Kg.

Los Sólidos totales, representan el peso del residuo orgánico una vez seco por ende es la carga real de materia sólida introducido al biodigestor, para estimar la proporción de agua para la carga se calculará la fórmula de la ecuación 8. Así mismo los **sólidos volátiles**, es parte del peso de los residuos orgánico contenidos en la carga del biodigestor, que pasará a una fase gaseosa MARTÍ (2008).

$$\text{Ecuación 8. } \% S. T(diluido) = (1Kg rumen * \% S.T. Rumen) / (1 Kg Rumen + WH_2O)$$

El biogás producido mediante la descomposición de material orgánico está compuesto por metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂) y otros gases que contienen impurezas que necesitan un tratamiento de acuerdo al uso final del biogás. **La energía calorífica** depende del contenido del metano que varía de 50 a 75 %, se sabe que en un 1m³ de biogás con un 60% de metano y 40 % de CO₂ equivale a 0,7 litros de gasolina o 2,4 kW/hora de electricidad o 0,6 m³ de gas natural o 1,3 kg de madera PONCE (2016) en la **Tabla 4**, se observa los principales equipos para el uso del biogás.

Tabla 4. Principales equipos para el uso del biogás.

Equipos	Consumo de biogás
Lámpara	0.07 m ³ /h
Cocina de dos hornillas	0.20 – 0.42 m ³ /h
Olla arrocera	0.14 m ³ /h
Generador eléctrico (600 W)	0.7 – 0,08 m ³ /kW h
Calentador de agua (Presión de ingreso del agua: 0.025 – 0.8 Mpa) (presión de gas requerida: 1.6 Kpa.	2.2 m ³ /h

Fuente: Manual de biogás, FAO, 2011.

El **metano** principal componente del biogás, y le confiere la capacidad calorífica que este tiene. El valor energético estará determinado por la concentración de metano – alrededor de $(20 - 25) \text{ MJ/m}^3$, comparando con $(33 - 38) \text{ MJ/m}^3$ para el gas natural. Además, es un gas a temperatura ambiente, por ello la combustión de este hidrocarburo solo se efectúa a temperaturas elevadas, como las que proporcionan una llama o chispa, entonces una vez iniciada, la reacción desprende calor, que es suficiente para mantener la alta temperatura y permitir que combustión continúe. La cantidad de calor que se genera al quemar un mol de un hidrocarburo a dióxido de carbono y agua se llama calor de combustión, para el caso de metano, el calor de combustión es de 213 k/cal PADILLA Y RIVERO (2016).

El **dióxido de carbono** es un gas importante del proceso metabólico de los organismos y es uno de los componentes más importante en el biogás. Ocupa ente 30% a 40% del volumen total de este último. También es un compuesto incoloro que en concentraciones bajas no es tóxico y en concentraciones altas provoca alta frecuencia respiratoria PADILLA y RIVERO (2016).

El **sulfuro de hidrogeno** es un gas inflamable, incoloro, con un olor característico a huevos podridos, por ello comúnmente conocido como ácido hidrosulfúrico y la gente puede detectar su olor a niveles muy bajos. Además, es un compuesto que se encuentra en concentraciones próximas al 1% en el biogás, pero esta baja concentración es suficiente para que pueda ocasionar daños graves a estructuras de metal o equipos PADILLA y RIVERO (2016).

La **formulación del problema** se divide en dos partes; el **problema General** ¿Cuál es la calidad del biogás proveniente de residuos orgánicos de camal municipal producido en un biodigestor tubular, Huallanca, Ancash, 2019? como **problemas específicos**, ¿Cuál es la composición química del biogás proveniente de residuos orgánicos de camal municipal producido en un biodigestor tubular, Huallanca, Ancash, 2019?, así mismo ¿Cómo influye los variables de operación en la producción de biogás proveniente de residuos orgánicos de camal municipal producido en un biodigestor tubular, Huallanca, Ancash, 2019?

La **justificación del estudio**, el fin de esta investigación es aportar con el medio ambiente, y la sociedad brindando conocimientos previos para el aprovechamiento de los residuos para generar biogás a partir de residuos orgánicos, sobre el proceso de evaluación de la composición del biogás, esto como una opción de valorizar los residuos, ya que estas

generan impactos negativos al ambiente. Obtener sustitutos a los combustibles fósiles más factibles, baratos y menos contaminantes. En este caso la obtención de biogás, nos permitirá brindar una valorización integral de los residuos orgánicos mitigando la contaminación generada por los gases efecto invernadero, reduciendo los malos olores de un 90 % y 100 %. Donde la producción del biogás, como una alternativa sostenible y eficiente para disminuir los gases de efecto invernadero causados por el metano liberado por los residuos orgánicos, contribuyendo con el cuidado del ambiente y la salud de la población. La información que será obtenida en esta investigación servirá para nuevas investigaciones sobre la producción de biogás aprovechando los residuos orgánicos de características similares a los residuos orgánicos de camal.

Por consiguiente, la investigación tiene como **hipótesis general** biogás proveniente de residuos orgánicos de camal municipal producido en un biodigestor tubular es de calidad, Huallanca, Ancash, 2019, como **hipótesis específicas** La composición química influye en la calidad del biogás provenientes de residuos orgánicos municipales de Huallanca, Ancash, 2019, y los factores de operación influyen en la producción de biogás proveniente de residuos orgánicos de camal municipal producido en un biodigestor tubular, Huallanca, Ancash, 2019. Por lo tanto, como **objetivo general** Evaluar la calidad del biogás proveniente de residuos orgánicos de camal municipal producido en un biodigestor tubular, Huallanca, Ancash, 2019. Y como **objetivos Específicos** Analizar la composición química del biogás proveniente de residuos orgánicos de camal municipal producido en un biodigestor tubular, Huallanca y Determinar la influencia de los factores de operación en la obtención del biogás proveniente de residuos orgánicos de camal municipal producido en un biodigestor tubular, Huallanca, Ancash, 2019.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

El trabajado de investigación es experimental, ya que, para la obtención de biogás proveniente de residuos orgánicos del camal municipal en un biodigestor tubular con el fin de dar un uso deseado, del cual dependerá de la cantidad de residuos orgánicos generados en el camal y la evaluación de la composición del biogás obtenido.

2.2 Tipo de investigación

La investigación que se llevó a cabo es de enfoque cuantitativo y tipo aplicada, con respecto TAM, REVA y OLIVEROS (2008) sostienen que la investigación tipo aplicada posee como finalidad generar nuevos avances a partir de las ciencias obtenidos a través de la investigación. La obtención de la información mediante este tipo de investigación debe ser aplicada donde uno requiera brindando y fomentada al desarrollo de la población.

2.3 Nivel de investigación

Esta investigación es experimental ABREU (2012) posee como objetivo manifestar el porqué de la investigación. Se logra aplicando el método científico para evidenciar la idea propuesta y generar nuevos temas, manipula la recopilación y el estudio de datos para responder las interrogantes de investigación, examinar suposiciones determinadas preliminarmente y la forma de poder llegar al objetivo de la investigación, se escogió este diseño porque se tendrá que seleccionar muestras aleatoriamente de los contenidos ruminales para ser llevados a analizar a un laboratorio certificado.

Variables y operacionalización

A. Variable independiente

- Residuo orgánico de camal municipal

B. Variable dependiente

- Composición del biogás en un biodigestor tubular

Operacionalización de variables

Tabla 5.- Operacionalización de variables

“Evaluación de la composición del biogás proveniente de residuos orgánicos del camal municipal en un biodigestor tubular, Huallanca, Ancash - 2019”

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDICIÓN
VARIABLE DEPENDIENTE (Y): Composición del biogás en un biodigestor tubular	Una mezcla de metano y dióxido de carbono y otros gases producida por la descomposición bacteriana de desechos orgánicos y utilizados como combustible. (Merriam Webster, 2019)	Biogás obtenido proveniente residuo orgánico municipal, Huallanca, Ancash, 2019.	Composición del Biogás	Metano CH ₄	%
				Dióxido de Carbono CO ₂	%
				Monóxido de carbono CO	ppm
				Oxígeno O ₂	%
				Sulfuro de Hidrógeno H ₂ S	ppm
			Variables de operación	Carga diaria	Kg
				Temperatura	°C
				pH	0-14
				Relación Carbono Nitrógeno de los residuos orgánicos	C/N
				Tiempo de retención hidráulica	días
VARIABLE INDEPENDIENTE (X):	Material que fertiliza la tierra especialmente	Residuos generado por la industria	Residuos Orgánicos de camal	pH	0-14

Residuo orgánico de camal municipal	desechos de establos y corrales consistentes en excrementos de ganado con o sin basura Merriam Webster (2019)	alimentaria de carnes, Huallanca, Ancash, 2019		Temperatura	°C
				Solidos Totales	%
				Solidos Volátiles	%
				CE	mS/mL

Fuente: elaboración propia, 2019.

2.4 Población y muestra

2.4.1 Población

Representa la cantidad general de elementos del que se puede obtener el espécimen y está formado por elementos llamados unidades de muestreo con cierta ubicación en el tiempo y espacio GARCÍA, REDING y LÓPEZ (2013). La población de estudio determinada son todos los residuos orgánicos municipales generados por día por los animales beneficiados del camal.

2.4.2 Muestra

Conjunto o subgrupo de la población de estudio, sobre el cual se recolectarán datos HERNÁNDEZ y MENDOZA (2018). En la investigación la muestra determinada es 516 Kg de contenido ruminal de la mezcla de las especies ovino, vacuno y porcino que serán beneficiados en el camal municipal.

2.4.3 Muestreo

En esta investigación el tipo de muestreo es incondicional debido a que se escogió el contenido ruminal de los animales beneficiados de manera voluntaria de lo que conforma la muestra y que está representado por la población.

2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

En esta investigación es básicamente en la utilización de técnicas instrumentos que permiten obtener respuestas a los objetivos establecidos validando si la hipótesis utilizando las variables.

2.5.1 Técnica:

Consiste en la inspección válida, sistemática y confiable del comportamiento del objeto HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ y BAPTISTA (2006, p.4). Esta investigación se basa en la observación y medición directa para la recolección de datos basados en los instrumentos elaborados.

2.5.2 Instrumentos de recolección de datos

Ficha Nª 1. Caracterización de residuos orgánicos del camal municipal.

Ficha Nª 2. Cadena de custodia de los resultados de los análisis de los residuos orgánicos del camal municipal (contenido ruminal de ovino, porcino y vacuno).

2.5.3 Validez y confiabilidad de instrumentos

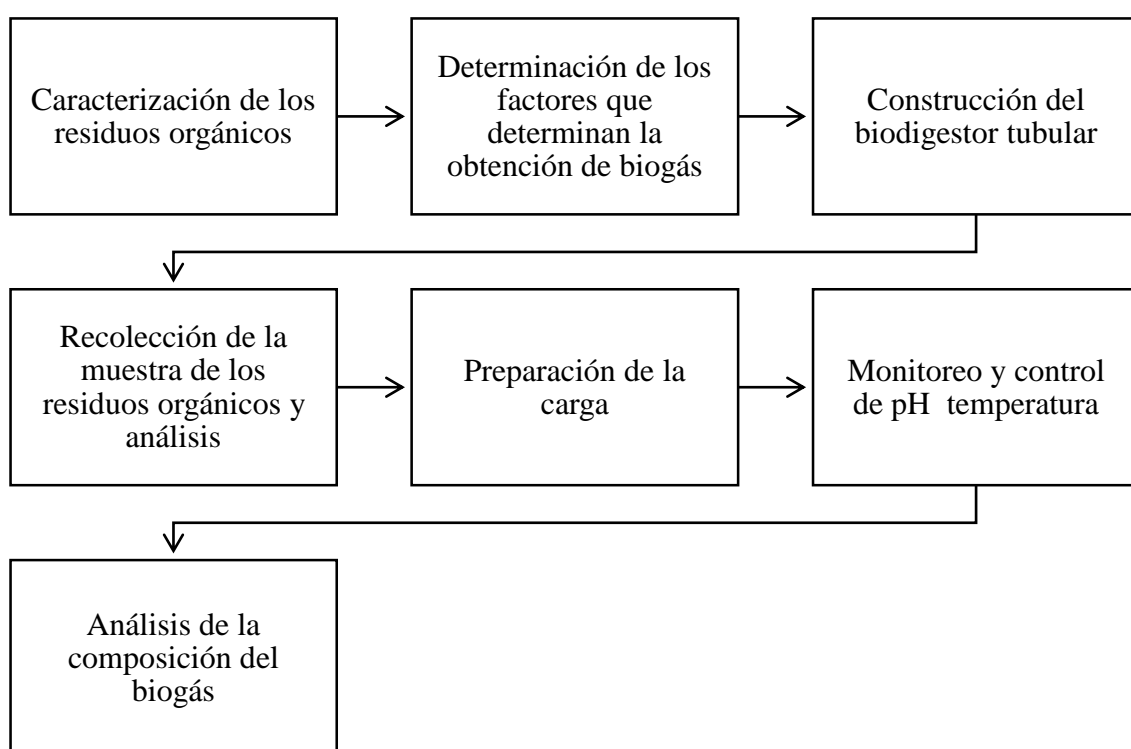
Indica GALICIA, VALDERRAMA y RIVERO (2008), la validez es fundamental así se validó los resultados por medio de los instrumentos de medición los cuales evidencian los parámetros a medir. La cual fue prueba del desarrollo de trabajo de investigación las cuales se evaluaron por los docentes colegiados, determinaron que son aptos para nuestra investigación. Los especialistas que validaron los instrumentos son:

- Dr. Julio Ordoñez Gálvez con número de colegiatura: 89972
- Dr. Euterio Horacio Acosta Suasnabar con número de colegiatura: 25450
- Dr. Carlos Francisco Cabrera Carranza con número de colegiatura: 46572

2.5.4 Confiabilidad

Son los resultados coherentes y consistentes que se da a con los instrumentos, el grado de precisión de la medida, en esta investigación la confiabilidad de los instrumentos se determina mediante el recojo de datos reales de la composición del biogás de loa parámetros fisicoquímicos durante la ejecución.

2.6 Etapas de investigación



Fuente: Elaboración propia, 2019.

Figura 4. Etapas de proceso para la recolección de datos.

Etapas 1.- Caracterización de los residuos orgánicos del camal municipal.

La caracterización se realizó dentro de las instalaciones del camal municipal del distrito de Huallanca.

Para realizar una caracterización adecuada, se contabilizó la cantidad de animales beneficiados y el peso del contenido ruminal de cada especie (ovino, porcino y vacuno), en base a la cantidad de los animales beneficiados se tomó en cuenta solo la cantidad del contenido ruminal para la investigación.

La caracterización de los residuos fue realizada durante seis días en dos semanas, para la recolección del contenido ruminal de los animales beneficiados, primeramente, se agruparon por especie, ovino, porcinos y vacunos. Después de ser sacrificados, la recolecta del contenido ruminal fue durante el proceso de lavado de las vísceras, estas fueron juntadas en baldes de 18 L para ser pesados (Figura 5).

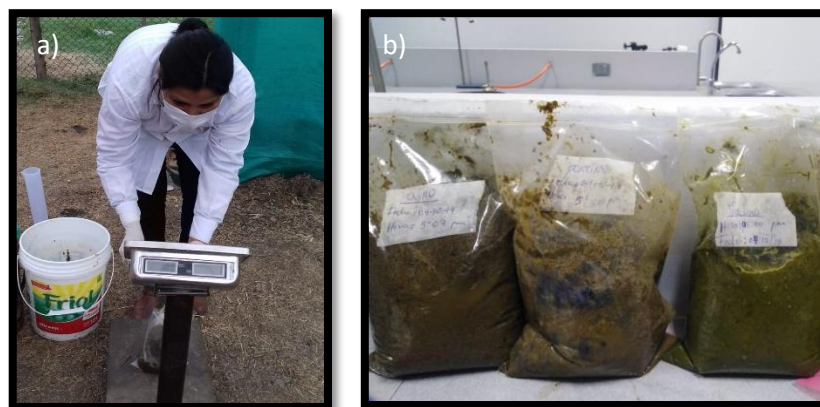


Fuente: Elaboración propia, 2019.

Figura 5. Pesado de los residuos orgánicos del camal municipal para la caracterización

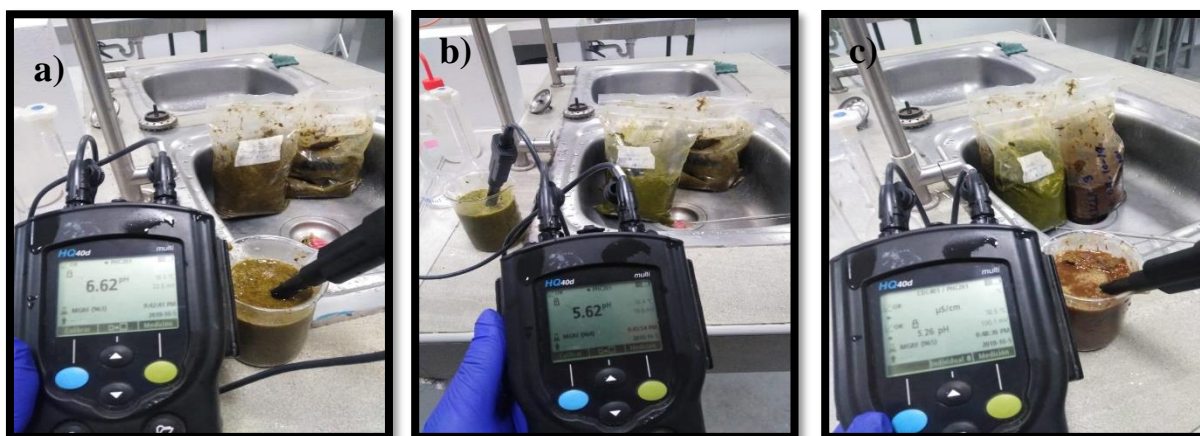
Etapas 2.- Análisis de los parámetros fisicoquímicos de los residuos orgánicos del camal municipal (contenido ruminal de los ovinos, porcinos y vacunos)

Primero se recolectaron las muestras de los residuos orgánicos municipales, para la toma de muestra se juntaron todos los contenidos ruminales de las especie ovino, porcino y vacuno, después de ser mezclados se tomó 1Kg de muestra en una bolsa hermética y estéril, como se muestra en la Figura 6.



Fuente: Elaboración propia, 2019.

Figura 6. Muestra de los residuos orgánicos del camal municipal (contenido ruminal de ovino, porcino y vacuno) a) pesado de las muestras. b) muestras recolectadas. Después las muestras fueron enviadas al laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales de la Universidad César Vallejo, realizaron los análisis de Carbono (C), Nitrógeno (N), pH, temperatura (T°), Sólidos Totales (ST) y Sólidos Volátiles (SV), porcentaje de humedad (%H), conductividad eléctrica (CE) y materia orgánica (MO). En la Figura 7, se puede observar los análisis realizados con el Multiparámetro.



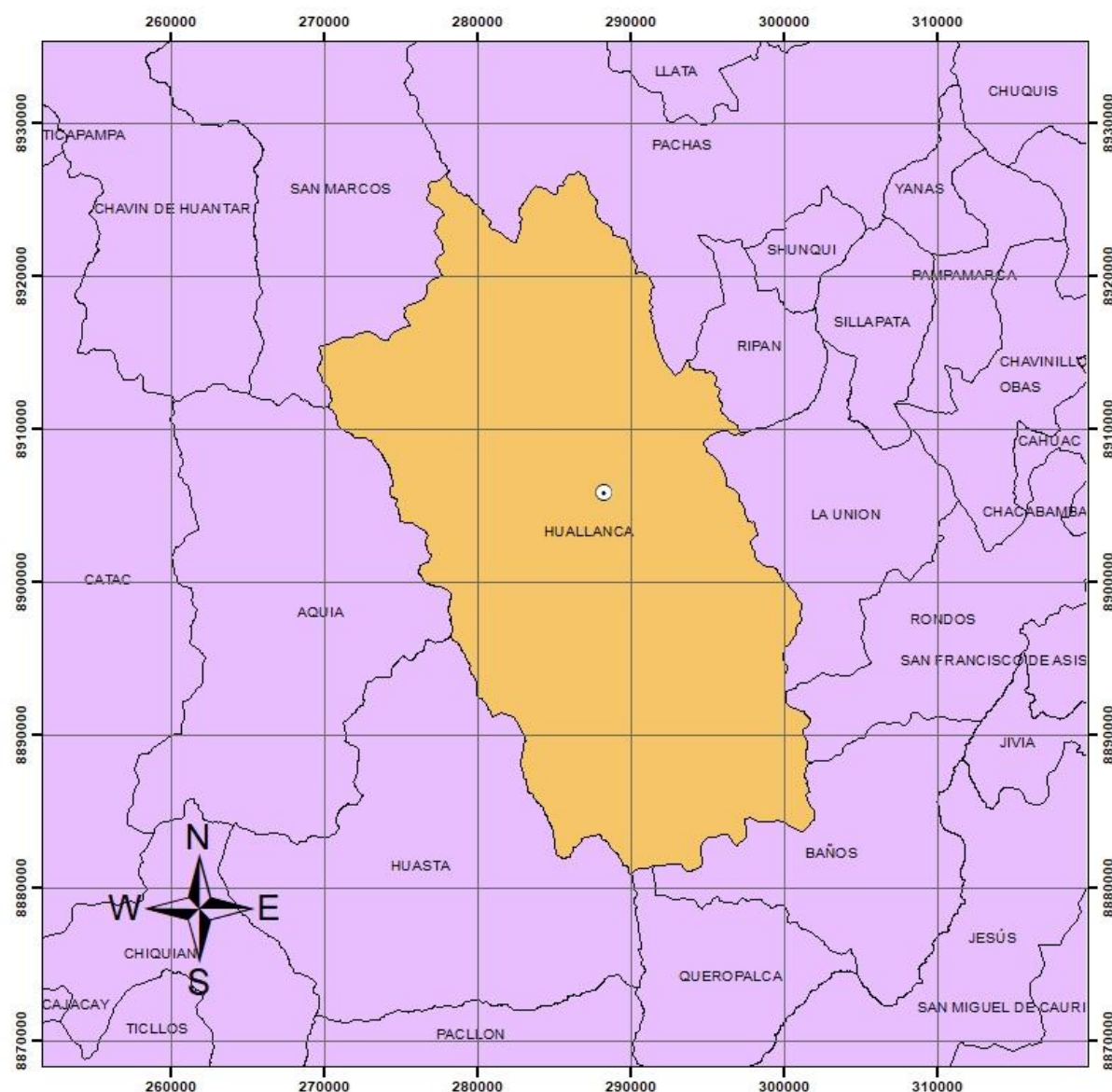
Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 7. Análisis del pH, T° y CE de los residuos orgánicos del camal municipal. a) contenido ruminal del porcino, b) contenido ruminal del vacuno, y c) contenido ruminal del ovino.

Etapas 3.- Construcción del biodigestor tubular

a. Ubicación

El biodigestor fue instalado en el centro de manejo de residuos orgánicos municipales – “Ogopampa” en el distrito de Huallanca, cuya ubicación se muestra en la Figura 8.



NORTE	ESTE
288315.7	8905857.1

LEYENDA	
	HUALLANCA
	UBUCACIÓN DEL BIODIGESTOR

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		MAPA DE UBICACIÓN DEL BIODIGESTOR HUALLANCA, BOLOGNESI - ANCASH	
AUTORES		Cadillo Garay Luz Yesenia Ramos Rico Noemi Ruth	
DATUM WGS 84 ZONA 18S	ESCALA	FECHA	Nº DE LAMINA
	1/350000	Diciembre, 2019	01
FUENTE: GEOGPS PERÚ			

Fuente: elaboración propia, 2019.
 Figura 8. Mapa de ubicación del Distrito de Huallanca.

- *Construcción de la zanja*

En principio se delimitó el área, luego se excavó la zanja en forma trapezoidal con 0.35 m de altura, 0.5 m de base menor y 0.75 m de base mayor, y para impermeabilizar la zanja y evitar daños al biodigestor se cubrió las paredes con yeso, paja y bolsa como se evidencia en la Figura 9.



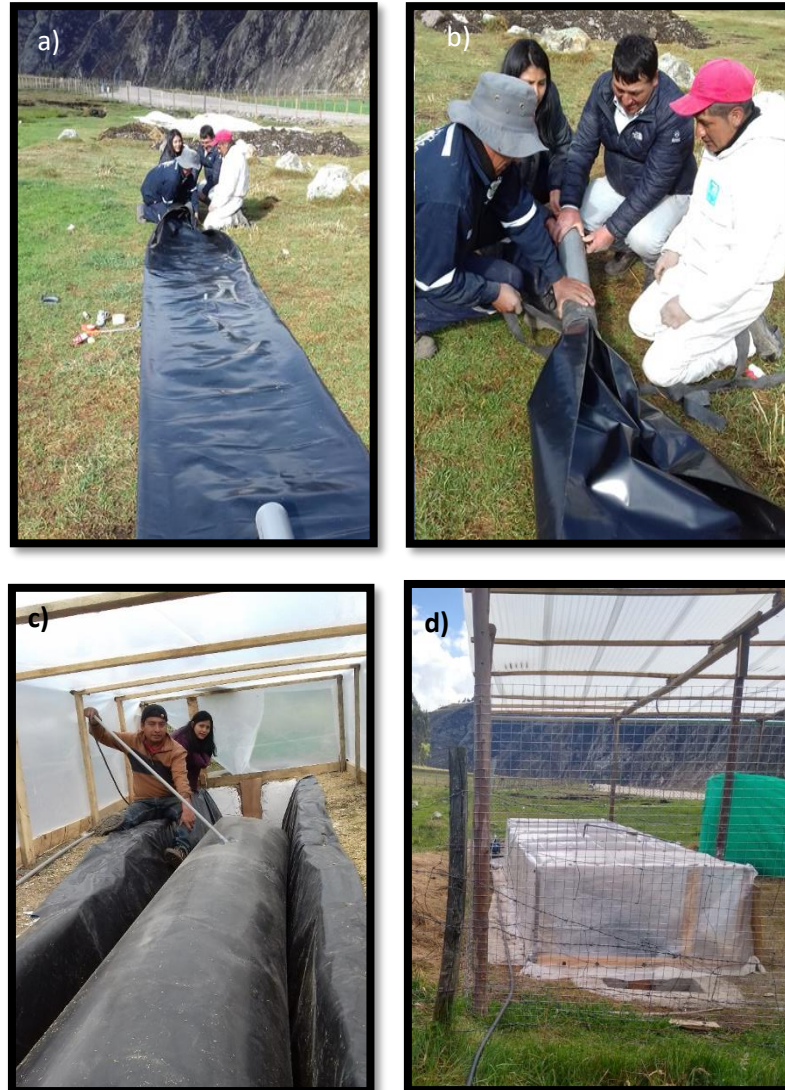
Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 9. Proceso de construcción de la zanja. a) Delimitación del área de la zanja, b) excavación, c) tarrajeo de las paredes con yeso, d) tendido de la paja y e) tendido del plástico.

- *Construcción del biodigestor*

Primeramente se obtuvo una manga de plástico de polietileno negro de 6 m de longitud, esta se ajustó muy bien con ligas de caucho por los dos extremos con dos tubos de 4 pulgadas con 1 m de largo que será el acceso de entrada y salida del sustrato, se dejó 50 cm del tubo sin amarrar que ira en el interior del plástico en ambos lados; después al medio del plástico se hizo un agujero para la salida del biogás, donde se conectó un tubo

de ½ pulgada, para ajustar se utilizó adaptadores hembra y macho el cual fue sellado con cinta teflón y pegamento para evitar fugas. Para probar si el biodigestor no tiene fuga de aire se dejó inflado durante una noche, una verificado que no existía fugas se culminó con el armado del invernadero, para mantener con la temperatura alta al biodigestor véase en la Figura 10.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 10. Armado del biodigestor tubular. a) Cortado del plástico, b) amarrado del tubo al plástico con tiras de jebe. c) inflado del biodigestor para probar si existe fugas de aire. d) invernadero para el biodigestor.

Etapas 4.- Preparación y cargado de la materia prima

Primero se mezcló residuo orgánico del camal (contenido ruminal de ovino, porcino y vacuno) con agua con una proporción de 1:2 en un recipiente, que fue determinado con la

ecuación 8, luego se midió la temperatura, pH y conductividad eléctrica en laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales en la Universidad César Vallejo que fueron mostrados en la Figura 6. La primera carga fue el 07 de octubre de 2019, como se aprecia en la (Figura 11).



Fuente: Elaboración propia, 2019

Figura 11. a) Preparación de la materia prima b) Carga de la materia prima.

Etapas 5.- Salida del biogás

Para la salida del biogás se instaló un tubo de $\frac{1}{2}$ " de diámetro, a un metro de la fuente de salida con una llave de paso, después se instaló una válvula de seguridad hecho a base de botella de 3L que fue llenado al 75% con agua, como se aprecia en la (Figura 12).



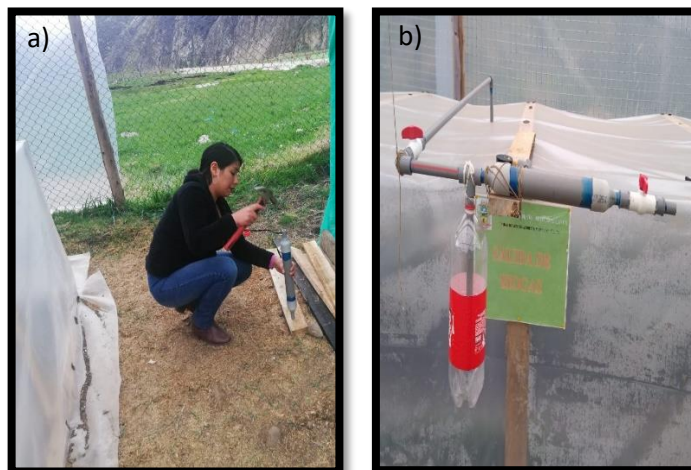
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Figura 12. Proceso de instalación de la salida del biogás. a) Instalación de los tubos. b) Instalación de la válvula de seguridad.

Instalación del filtro de hierro.

- Filtro de limadura de hierro sin tratamiento

Como se puede observar en la Figura 13, se instaló un filtro con virutas de hierro (para la remoción del sulfuro de hidrógeno (H_2S)), para ello se utilizó un tubo de 1 m de 2 pulgadas llenándose con la viruta sin tratamiento.



Fuente: Elaboración propio, 2019.

Figura 13. Proceso de instalación de la salida del biogás. a) Instalación del tubo de salida del biogás. b) instalación del filtro con el tubo de salidas del biogás.

- Filtro de limadura de hierro con tratamiento

Como se puede observar en la Figura 14, se instaló un filtro con virutas de hierro (para la remoción del sulfuro de hidrógeno (H_2S)), para ello se utilizó un tubo de 1 m de 2 pulgadas llenándose con la viruta tratada, para esto primeramente la viruta se lava con detergente se deja secar, luego se pasa en una solución de HCl al 5% por un tiempo de 10 minutos, después se saca dejando escurrir y se vuelve a pasar por la solución de NaOH al 5% por 10 minutos luego dejándolo secar.



Fuente: Elaboración propia, 2019.

Figura 14. Filtro de hierro tratado.

Etapas 6.- Monitoreo y control del proceso.

En esta etapa se realizó la medición de la temperatura externa y temperatura y pH de la carga del biodigestor tres veces por semana fue en el mes de octubre, noviembre y diciembre equivalentes a 85 días. Así mismo para determinar la composición del biogás se trasladó una muestra en un globo metálico, realizaron los análisis respectivos en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria La Molina (Figura 15).



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 15.- Monitoreo de temperatura ambiente del invernadero. a) medición de la temperatura ambiente, b) medición de la temperatura y pH del biol y c) obtención de la muestra del biogás.

2.7 Métodos de análisis de datos

En esta investigación como primeros datos se analizaron pH, T°, CE, % H, % MO, N, C, ST y SV, en el laboratorio de UCV. Asimismo, se realizó el cálculo para dimensionar el biodigestor mediante la observación, se analizó la T° y pH con el pH-metro y termómetro digital el proceso de obtención del biogás, así mismo se analizó la composición del biogás con el equipo Multitec 545, fue en laboratorio de Ingeniería ambiental-UNALM.

Los valores obtenidos en el desarrollo de esta investigación se procesaron en el programa de Excel, para obtener datos precisos y específicos.

2.8 Aspectos éticos

Estas investigaciones se realizaron en concordancia a las leyes, normas u otros documentos de política dirigida en el marco de los parámetros ambientales, por ello se usó la norma ISO 690 para citar y referenciar adecuadamente. Así mismo se respetaron el código de ética en la investigación de la Universidad César Vallejo, como el artículo 15° de la política de antiplagio, por lo que se usó el software Turnitin para garantizar la originalidad de la investigación. A la vez los datos de los análisis fueron obtenidos en laboratorios acreditados y estas fueron validadas por los asesores metodológicos que sostienen que cumplen los estándares para tomar en cuenta los datos obtenidos.

III. RESULTADOS

3.1 Análisis de la muestra de los residuos orgánicos del camal municipal (contenido ruminal de ovino, porcino y vacuno)

En la tabla 6, se presentan los parámetros fisicoquímicos analizados a 1 kg de contenido ruminal de las especies ovino, porcino y vacuno que fueron conseguidos en el laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales-UCV.

Tabla 6. Resultados del análisis de los residuos orgánicos.

MUESTRA	pH	T °C	C.E uS/cm	%H	% MO	N	COT	S.T	S.V
Ovino	4.75	19.2	2523	58.25	86.96	25.36	60.2	15.62	78.14
Porcino	6.62	18.5	2670	60.34	62.15	28.15	62.15	15.78	76.72
Vacuno	5.62	18.4	2594	62.15	89.21	29.75	62.15	15.69	76.92
Mezcla	5.26	18.5	2630	59.45	87.35	27.8	55.14	15.5	75.19

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.2 Factores que determinan que determinan la obtención de biogás

Relación C/N de las materias primas

En la tabla 7, se observan los resultados de la relación C/N de las especies ovino, porcino y vacuno, para ellos se tomó en cuenta el resultado del %C y %N mostrados en la Tabla 6, resultado se obtuvo mediante el cálculo de la ecuación 7, donde carbono y nitrógeno son las fuentes principales para alimentar a las bacterias metanogénicas, por ello el carbono forma parte de la fuente de energía y el nitrógeno es utilizado para formar células nuevas.

Tabla 7. Resultado de la relación C/N de los residuos orgánicos del camal municipal.

Especie	Peso	% C	% N	Relación C/N
OVINO	1	60.2	25.36	
PORCINO	1	62.15	28.15	
VACUNO	1	62.15	29.75	
Resultado:				2.2440

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Proporción de residuo orgánico: agua de la carga diaria

En la tabla 8, se puede apreciar los resultados de la proporción del agua y residuos para la carga diaria, esto fue determinado mediante el cálculo de la ecuación 8, para ello primero se conoció el porcentaje de los sólidos totales del contenido ruminal de las especies como se pueden observar en la Tabla 6 de resultados.

Tabla 8. *Resultado de la proporción residuo orgánico: agua de la carga diaria.*

Contenido Ruminal por especie	peso Rumen (Kg)	Agua (L)
Ovino	1	2
Porcino	1	2
Vacuno	1	2

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Cálculos para el dimensionamiento del biodigestor tubular

En la tabla 9, se puede mirar los resultados de diferentes factores que determinan el dimensionamiento del biodigestor tubular, para determinar la longitud, el diámetro y volumen del biodigestor se realizaron cálculos matemáticos con las ecuaciones que serán mencionados en la Tabla 9 de los resultados.

Tabla 9. *Resultados para el dimensionamiento del biodigestor tubular.*

Factores	Resultados	Formulas
Carga diaria	$Cd = 1548 \text{ Kg}$	Ecuación 2
Volumen total del biodigestor	$Vtd = 1.5625 \text{ m}^3$	Ecuación 3
Volumen del líquido	$Vl = 1.171875 \text{ m}^3$	Ecuación 5
Volumen del biogás	$Vg = 0.390625 \text{ m}^3$	Ecuación 6

Fuente: Elaboración propia, 2019.

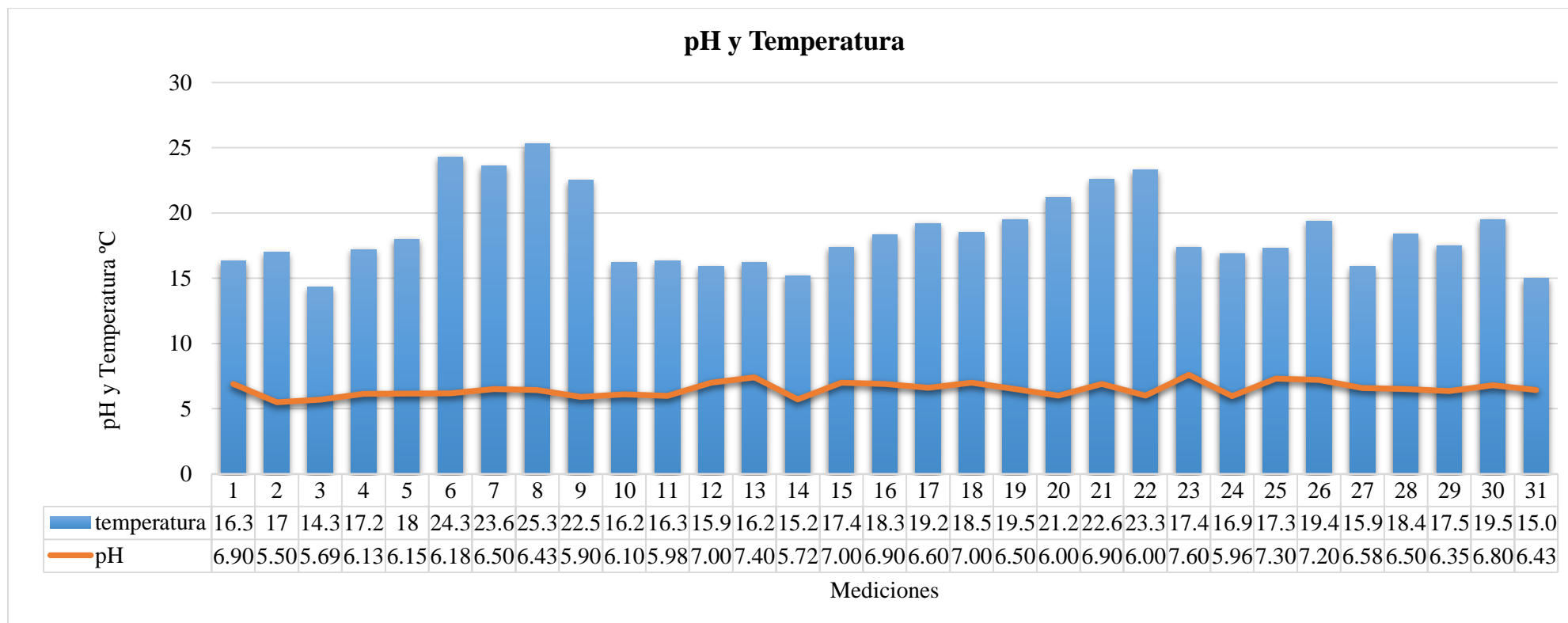
Resultados de temperatura y pH

En la tabla 10, se puede apreciar resultados de la temperatura y el pH, esto fue analizado con el pH-metro digital PH60S. La temperatura ambiente y la temperatura interna y el pH es el resultado de la medición y la carga durante el tiempo de retención hidráulica (85 días).

Tabla 10. *Resultado de temperatura y pH.*

Número de mediciones	Temperatura interna °C	Temperatura externa °C	pH
1	16.3	16.5	6.90
2	17	17.4	5.50
3	14.3	15	5.69
4	17.2	17.4	6.13
5	18	20	6.15
6	24.3	24.5	6.18
7	23.6	30	6.50
8	25.3	28.5	6.43
9	22.5	24	5.90
10	16.2	30.5	6.10
11	16.3	33.2	5.98
12	15.9	35	7.00
13	16.2	30.8	7.40
14	15.2	30	5.72
15	17.4	25	7.00
16	18.3	21.9	6.90
17	19.2	20.8	6.60
18	18.5	25.2	7.00
19	19.5	20.6	6.50
20	21.2	28.5	6.00
21	22.6	21.5	6.90
22	23.3	30	6.00
23	17.40	18.30	7.60
24	16.90	17.20	5.96
25	17.30	19.20	7.30
26	19.40	17.00	7.20
27	15.90	18.00	6.58
28	18.40	22.90	6.50
29	17.50	21.40	6.35
30	19.50	18.30	6.80
31	15.00	17.30	6.43

Fuente: elaboración propia, 2019.



Fuente: Elaboración propia, 2019.

Figura 16. pH y Temperatura

De acuerdo a la Figura 16, el resultado de la temperatura y el pH se obtuvo durante los 85 días, la temperatura oscilo de 14.3 °C a 25.3 °C y el pH oscilo de 5.50 a 7.30. Las variaciones de los resultados de la temperatura y pH se dieron por factores climáticas.

3.3 Resultado de la composición del biogás

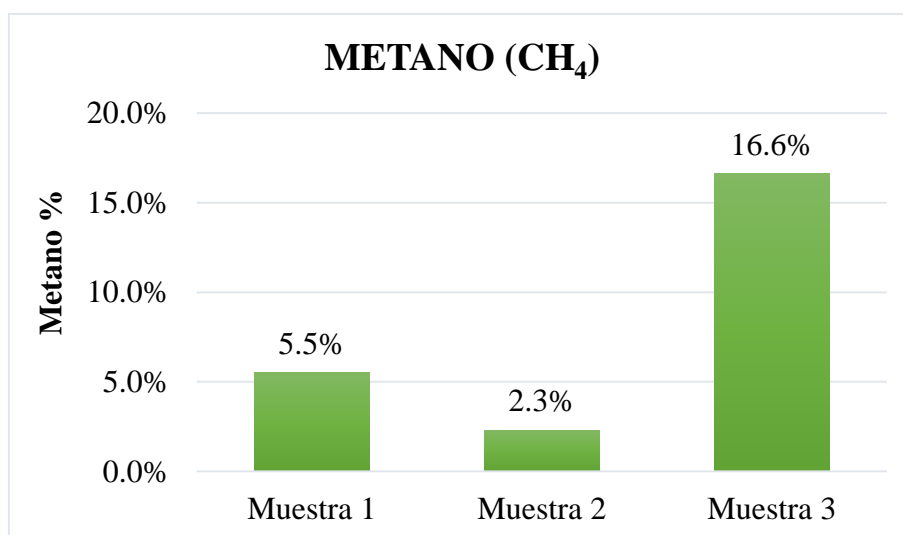
En la tabla 11, se presentan resultados de los análisis de la composición del biogás que son: metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2), oxígeno (O_2) expresados en porcentajes y el sulfuro de hidrógeno (H_2S) y monóxido de carbono (CO) expresado en ppm, los análisis fueron realizados en el laboratorio de Ingeniería Ambiental-UNALM.

Tabla 11. Resultados de análisis de la composición del biogás

Ítem	Parámetros	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Unidad de medición
1	Metano (CH_4)	5.5	2.3	16.6	%
	Dióxido de carbono (CO_2)	67	19	37	%
	Oxígeno (O_2)	10.8	16.8	11.8	%
2	Sulfuro de hidrógeno (H_2S)	1800	69	550	ppm
	Monóxido de carbono (CO)	190	30	19	ppm

Fuente: Elaboración propia, 2019.

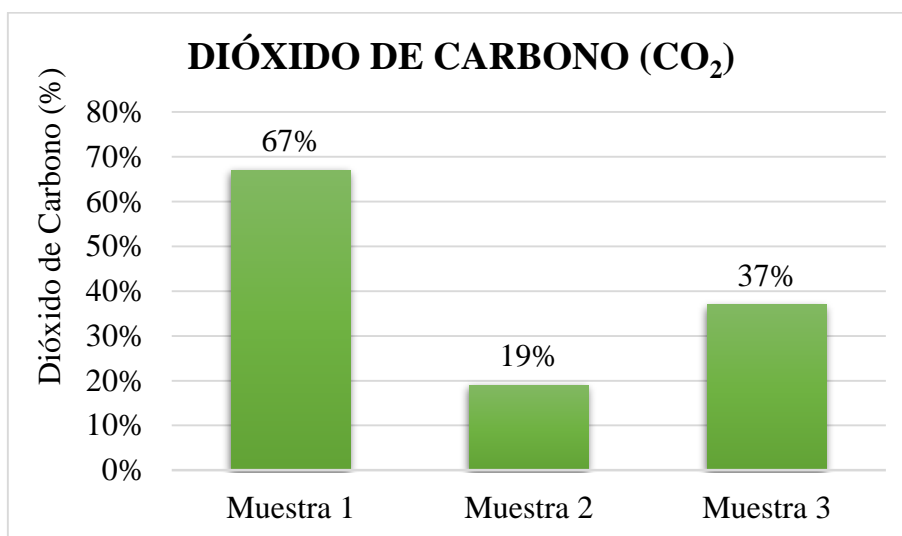
En las figuras siguientes se detalla la diferencia de los resultados obtenidos de la composición del biogás. Para obtener la muestra 1 el biogás fue pasado por el filtro sin tratamiento (viruta de hierro), así mismo para la obtención de la muestra 2 y 3 el biogás fue pasado por el filtro con tratamiento (viruta pasado por NaOH y HCl al 5%). Las muestras fueron trasladadas y analizadas en el laboratorio de la UNALM.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 17. Composición del biogás CH_4

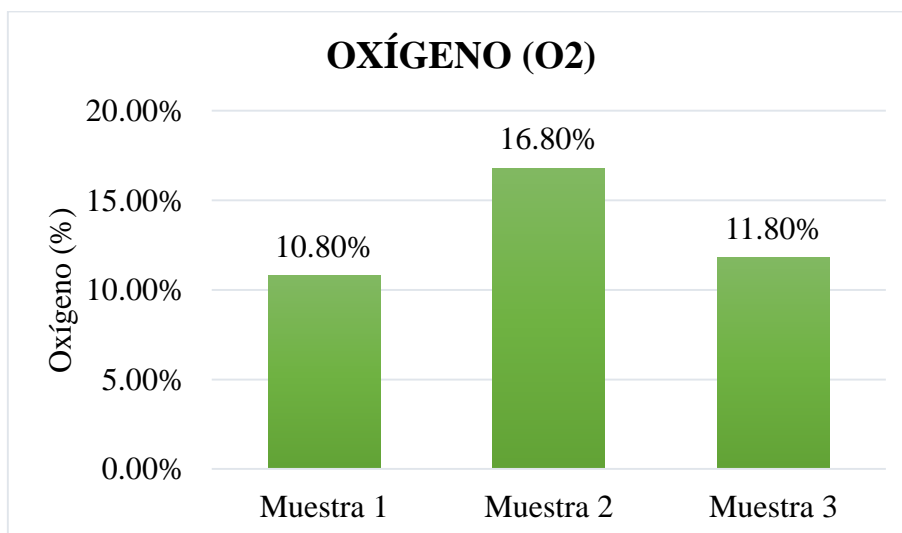
Como se aprecia en la Figura 17, porcentaje de concentración de CH₄ en el biogás, la muestra 1 es de 5.5 %, en la muestra 2 de 2.3 % y en la muestra 3 es de 16.6 %.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 18. Composición del biogás CO₂

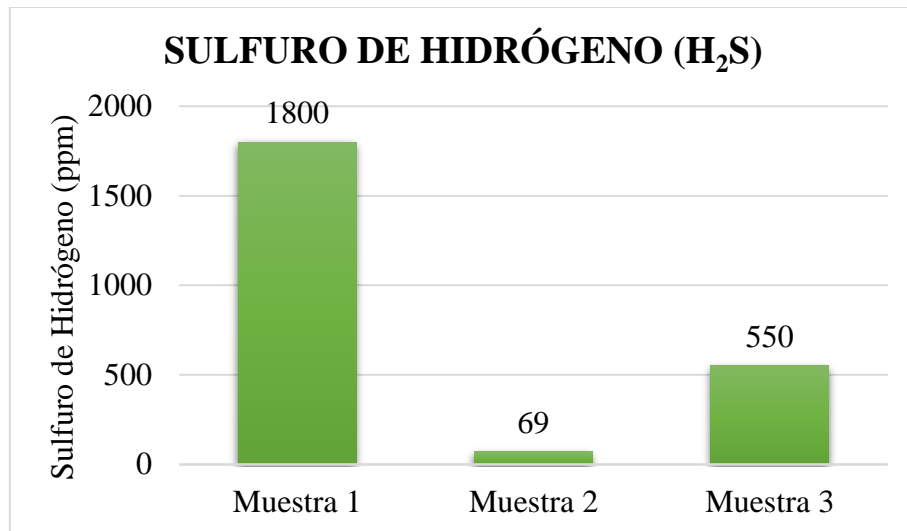
En la Figura 18 se observa que el porcentaje de concentración del CO₂ en el biogás, en la muestra 1 presenta 67 %, en la muestra 2 disminuye a 19 % y en la muestra 3 como se muestra varía a 37 %.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 19. Composición del biogás O₂

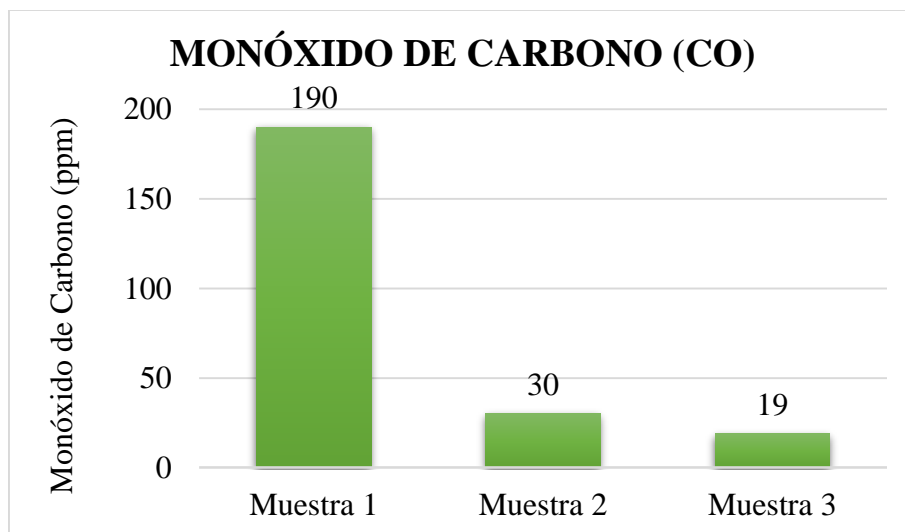
En la Figura 19 se observa que el porcentaje de la concentración del O₂ en el biogás, en la muestra 1 es de 10.8%, en la muestra 2 aumenta a 16.8% y en la muestra 3 disminuye a 11.80 %.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 20. Composición del biogás H₂S

En la Figura 20 se aprecia la cantidad de concentración del H₂S en el biogás, en la muestra 1 presenta 1800 ppm, en la muestra 2 disminuye a 69 ppm y en la muestra 3 esta aumenta a 550 ppm.



Fuente: Elaboración propia, 2019.

Figura 21. Composición del biogás CO

En la Figura 21 se observa que el porcentaje de concentración del CO en el biogás, donde en la muestra 1 se encontró 190 ppm, en la muestra 2 disminuye a 30 ppm y así mismo en la muestra 3 baja a 19 ppm.

Análisis de la estadística inferencial

En el cumplimiento de la línea metodológica de investigación, corroboramos que, durante la fase experimental desarrollada, la generación de los datos y su debida recopilación a través de la técnica y los instrumentos, obedece a una distribución normal, garantizando de esta manera la correcta manipulación de cada una de las variables, así como sus respectivos indicadores.

Para ellos, hicimos uso de la estadística inferencial, procediendo de la manera siguiente:

a) Fiabilidad de los datos

En la **tabla 12**, se aprecia la fiabilidad de los datos analizados lo que nos lleva a corroborar una vez más que todo el proceso experimental desarrollado ha sido dentro de los patrones experimentales considerado. Para nuestro caso, apreciamos que el alfa de cronbach, presentan un valor superior al p valor = 0.05.

Ho → Los valores generados presentan una buena fiabilidad

H1 → Los valores generados no presentan una buena fiabilidad

Tabla 12.- Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,542	,716	3

Fuente: Elaboración propia con SPSS, 2019.

b) Elementos analizados

En la **tabla 13**, se observan el resumen de los valores de cada uno de elementos analizados que conforman el biogás generados durante la fase experimental, apreciando que en cada uno de ellos tenemos tres valores (inicial, intermedio y final).

Tabla 13.- Resumen de procesamiento de casos

Elemento	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Dióxido de Carbono	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
Metano (CH ₄)	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
Monóxido de carbono	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
Oxígeno	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
Sulfuro de Hidrógeno	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%

Fuente: Elaboración propia con SPSS

c) Prueba de normalidad de los datos generados

Planteamos las hipótesis estadísticas a demostrar:

Ho: Los valores de las componentes del biogás, tiene una distribución normal

H1: Los valores de las componentes del biogás, no tiene una distribución normal

En la **Tabla 14**, apreciamos los resultados generados al incorporar los datos en el SPSS, y definir los procesos secuenciales ANALIZAR – ESTADISTICO DESCRIPTIVO – EXPLORAR, para enseguida realizar la distribución de los elementos a probar su normalidad, previa selección de los métodos entre Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wil, siendo este últimos el elegido por tener datos menores de 30.

Tabla 14.- Prueba de Normalidad de las componentes del biogás

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Elemento	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Valores	Dióxido de Carbono	,219	3	.	,987	3	,780
	Metano	,304	3	.	,908	3	,410
	Monóxido de Carbono	,365	3	.	,798	3	,110
	Oxígeno	,328	3	.	,871	3	,298
	Sulfuro de Hidrógeno	,280	3	.	,938	3	,520

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia, adaptado del SPSS 23 (2019)

En la **tabla 14**, apreciamos los valores generados mediante dicha prueba teniendo que los “sig” presentan valores superiores al p valor = .5, lo que nos lleva a concluir que los datos generados durante la fase experimental, presenten una distribución normal. Esto nos lleva a aceptar la hipótesis nula (H0).

d) Análisis correlación

Con la finalidad de conocer el grado de relación funcional entre las distintas muestras analizadas, procedimos a determinar el nivel de correlación entre ellas generando los valores que se muestran en la **tabla 15**, donde apreciamos claramente que los coeficientes de correlación para la combinación entre Tiempo 1 y Tiempo 3, es significativos; mientras que para el Tiempo 2 y Tiempo 3, hay cierto nivel de afinidad.

Tabla 15.- Correlaciones

		Tiempo1	Tiempo2	Tiempo3
Tiempo1	Correlación de Pearson	1	,119	,982**
	Sig. (bilateral)		,849	,003
	N	5	5	5
Tiempo2	Correlación de Pearson	,119	1	,270

	Sig. (bilateral)	,849		,660
	N	5	5	5
Tiempo3	Correlación de Pearson	,982**	,270	1
	Sig. (bilateral)	,003	,660	
	N	5	5	5

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

IV. DISCUSIÓN

La investigación permitió evaluar la calidad de composición del biogás, proveniente de los residuos orgánicos del camal municipal, contribuyendo de esta manera a mitigar el impacto ambiental, a través de una valorización de los residuos orgánicos, enmarcado dentro de la economía circular

Para afirmar lo mencionado, se realizó la obtención del biogás en un biodigestor tubular con residuos orgánicos del camal municipal (contenido ruminal de vacuno, ovino y porcino) donde la proporción de la carga realizada fue de 1:2 en un tiempo de retención hidráulica de 85 días, obteniendo 2.3 % a 16.6 % de metano; durante dicho periodo, se evaluó la variación de la temperatura que oscilo entre 14.3 °C a 25.3 °C y del pH que vario entre 5.5 a 7.30, comparando con Tewelde, (2018), en su investigación obtuvo entre un 60 % - 70 % de metano a una temperatura que oscilo entre 26 °C – 35 °C con un tiempo de retención hidráulica de 15 días, sobre la base de estiércol de vaca y cascara de plátano y mango con una relación de carga orgánica y agua de 1:10. Así mismo (MEJIA, y otros, 2019), en su investigación evaluó la mezcla de los residuos semisólidos en diferentes proporciones como estiércol bovino de 540 kg/sem, estiércol de porcino de 206 kg/sem y rumen 720 kg/sem, donde el pH inicial presentó tendencia acida 5.36, a los 30 días rango optimo fue 6.6 - 7.9; se demuestra que se obtiene mayor calidad de biogás a una temperatura alta, con menor TRH y con residuos eficientes como estiércol de animales y con rango óptimo de pH en cual en comparación con los resultados obtenidos en esta investigación no es favorable la obtención del biogás debido a los factores climáticos.

En cuanto a la composición del biogás de los tres análisis realizados con el equipo Sewerin Multitec® 545 los resultados obtenidos fueron: 5.5 %, 2.3% y 16.6% de CH₄; 67 %, 19% y 37 % de CO₂; 10.8 %, 16.8% y 11.8% de O₂; 1800 ppm, 69 ppm y 550 ppm de H₂S y 190 ppm, 30 ppm y 19 ppm de CO; la evaluación del segundo y tercer análisis del biogás fue realizada después de implementa el filtro con virutas de hierro tratada con una solución de NaOH y HCl al 5.0 %, comparando con Linares y otros, 2017, donde purificaron el biogás con filtro de óxido férrico obteniendo resultados del 70% (CH₄), 15% (CO₂), 10% de vapor de agua y un máximo estimado de 600 ppm de sulfuro de hidrogeno (H₂S). Así mismo Ortega, y otros, (2015) en su investigación, el biogás sin purificación fue de 1780 ppm de H₂S y con tratamiento por adsorción por método físico redujo a 350 ppm de H₂S. Al igual Huertas, (2019) en su investigación evaluó la desulfuración con filtro de hierro donde

disminuyó la concentración en un 15.6%; resultados obtenidos en esta investigación se puede observar que el biogás debe ser purificado con virutas de hierro para obtener mayor combustible de calidad obteniendo mayor porcentaje de CH₄.

V. CONCLUSIONES

Concluida la investigación se obtuvo biogás proveniente de residuos orgánicos de camal (contenido ruminal de ovino, porcino y vacuno) producido en un biodigestor tubular; el factor climático no fue favorable para alcanzar el porcentaje óptimo de CH_4 , sin embargo, el biogás obtenido es de calidad debido a la purificación realizada.

Se analizó la composición química del biogás obtenido, en este caso los resultados antes de instalar el filtro de viruta de hierro en un TRH de 57 días fueron: 5.5 de CH_4 , 67 % de CO_2 , 10.8 % de O_2 , 0.18 % de H_2S 0.18 %, 190 ppm de CO , luego para la obtención de la segunda y tercera muestra donde ya fue instalado el filtro tratada los resultados fueron: 2.3 % y 16.6 % de CH_4 ; 19% y 37 % de CO_2 ; 16.8 % - 11.8 % O_2 ; 69 ppm – 550 ppm de H_2S ; y 30 ppm y 19 ppm de CO , en un tiempo máximo de TRH 85 días, se puede decir que la purificación del biogás con filtro de hierro tratada son importantes debido a que ayuda en gran cantidad la disminución de la concentración del H_2S , obteniendo un biogás con características de calidad .

Se determinaron las variables de operación en la obtención de biogás, para ello se analizaron las propiedades fisicoquímicas de los residuos orgánicos (contenido ruminal de ovino, porcino y vacuno). Así mismo durante el TRH se analizó el pH y temperatura del sustrato que oscilo de 5.5 – 7.30 y 14.30 °C - 25.30 °C respectivamente. Realizar estas evaluaciones fueron primordial T° y el pH son factores que determinan la generación del biogás.

VI. RECOMENDACIONES

En esta investigación por la experiencia obtenida se recomienda lo siguiente:

Durante la construcción del biodigestor tubular usar una trampa de agua en la entrada, para evitar el ingreso del oxígeno.

Instalar en la cámara de fermentación un sensor que mida el pH y temperatura diariamente.

En zonas frías se debe tomar medidas adecuadas para mantener una óptima temperatura ya que es un factor determinante para la producción del biogás, por ello se debe realizar estos tipos de investigaciones en zonas cálidas.

Para obtener un biogás de calidad con baja concentración de H_2S y CO_2 se debe realizar una purificación probando con diferentes cantidades de virutas de hierro.

Inocular con algún tipo de estiércol de animal o microorganismo para acelerar el proceso de obtención del metano.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Jose. *Hypothesis, Methol and Research Desing*. [En línea] ,vol. 7 n°2, 2, julio de 2012. [Fecha de consulta: 30 de mayo de 2019.] [http://www.spentamexico.org/v7-n2/7\(2\)187-197.pdf](http://www.spentamexico.org/v7-n2/7(2)187-197.pdf). ISSN: 1870-557X.

APOLO, G. Diseño y emplazamiento de un biodigestor para el aprovechamiento de biogás en la granja de explotación porcina "Mis Tres Marías". *Tesis (Título de Ingeniero Ambiental)* Arenillas-El Oro-Ecuador: s.n., 2019. 176 pp.

BARRENA, Miguel, y otros. *Influence of ambient temperature on the production of biogas*. [En línea] abril de 2017. [Citado el: 16 de octubre de 2019.] , vol. 4(1). <http://revistas.ulcb.edu.pe/index.php/REVISTAULCB/article/view/55>. ISSN: 2409-1537.

BAYONA, Carlos y CORTÉZ, Brayan. Producción de biogás a partir de estiércol porcino a escala piloto: caso de estudio biorreactor continuo tubular plástico (BCPT) finca Tosoly. *Tesis (título de Ingeniero Químico)*. Bucaramanga : s.n., 2015. 53pp.

BEDOYA, Edgar y CHAPARRO, Efrén. *Uso del estiércol para la producción de biogás en Moquegua*. [En línea] vol.2 n°4. abril de 2016. [Fecha de consulta: 6 de mayo de 2019.] , <https://revistas.ujcm.edu.pe/index.php/rctd/article7view/52>.

CRIOLLO, Erika y GUZMÁN, Adriana. Elaboración de un biodigestor piloto tubular para la producción de biogás a partir de estiércol de ganado vacuno, en una vivienda de la comunidad de tembo. *Tesis (título de Ingeniera en Biotecnología Ambiental)*. Riobamba : Escuela Superior Politécnica de ChimborazoRiobamba, Ecuador, 2014. 127pp.

CUBILLOS, Dayana y HUERTAS, Diana. Evaluación de la eficiencia de remoción de materia orgánica de un biodigestor tubular anaerobio a escala para el tratamiento de residuales porcinas en la institución educativa agrícola Guacavia, Cumaral-Meta. *Tesis (título de Ingenieria Ambiental)*. Colombia : Universidad Santo Tomas, 2018. 80 pp.

FAO. 2011. Manual de biogas. [En línea] 2011. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2019.] <http://www.fao.org/37as400s/as400s.pdf>.

GALICIA, Liliana, BALDERRAMA, Jorge y NAVARRO, Rubén. *Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización*. [En línea] Octubre de 2008. [Fecha de consulta: 15 de Junio de 2019.]

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-61802017000300042.
ISSN: 1665-6180.

GARCÍA, Jose, REDING, Arturo y LÓPEZ, Juan. 2013. *Sample size calculation in medical education research*. [En línea], vol, 2 n°8, 13 de agosto de 2013. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2019.]. <https://www.elsevier.es/es-revista-investigacion-educacion-medica-343-articulo-calculo-del-tamano-muestra-investigacion-S2007505713727157>.

GÓMEZ, Marcelo. *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Argentina : Editorial Brujas, 2006. 160pp. ISBN:9875910260.

Guaraca, Adriana Criollo Quizhpi Erika Y Guzmán. 2014.. *Elaboración de un biodigestor piloto tubular para la producción de biogás a partir de estiércol de ganado vacuno, en una vivienda de la comunidad de tembo*. Riobamba, Ecuador. : s.n., 2014.

GUERRERO, J y RAMIREZ, I. *Manejo ambiental de residuos en matadero de pequeños municipios*. [En línea], vol.10. Diciembre de 2004. [Fecha de consulta: 15 de junio de 2019.]. <http://www.redalyc.org/articulo.oaid=84911640034>. 0122-1701.

HELGUERO, A., BUSTILLOS, L. y GONZALO, J. *Obtención de biogás mediante la fermentación anaerobia de estiércol*. [En línea], vol.2 n°2. Diciembre de 2018. [Fecha de consulta: 9 de junio de 2019.]. <http://ojs.agro.umsa.bo/index.php/AGV/article/view/303>
ISSN: 2523-2037. 2523-2037.

HERNÁNDEZ, Roberto y MENDOZA, Christian. *Metodología de la investigación*. Mexico : Mc Graw Hill, 2017. 713pp. ISBN:978-1-4562-6096-5.

HUERTAS, Joanna. *Evaluación de la remoción del sulfuro de hidrógeno en el biogás mediante el método de la aireación*. Tesis (título de Ingeniero Ambiental). Lima : Universidad Nacional Agraria la Molina, 2019. 140pp.

LARA, Marlon. *Diseño de un biodigestor para la producción de biogás generado por las excretas de ganado vacuno, en el Criadero "Jersey Chugllin"*. Tesis (título de Ingeniero en Biotecnología Ambiental). Ecuador : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2016. 83pp.

LINARES, Wilmer, LÓPEZ, Fátima y MERINO, Francisco. Fundamentos teóricos y propuesta de un proceso para la práctica del envasado de biogás libre de CO₂ y H₂S en el Salvador. Universitaria : Universidad de el Salvador, 2017.158pp.

LOPEZ, A y SUAREZ, J. 2018. *Experiencia de suministro de biogás en una comunidad rural, en Cuba*. [En línea]. vol.41. enero de 2018 [Fecha de consulta: 08 de mayo de 2019.]. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0864-03942018000100010. 0864-0394.

MARTÍ, Jaime. *Biodigestores familiares, guía de diseño y manual de instalación biodigestores de polietileno tubular de bajo costo para trópico, valle y altiplano*. Bolivia : s.n., 2008. 83pp. ISBN:9789995403393.

MARTINEZ, Miguel. *Producción potencial de biogás empleando excretas de ganado porcino en el estado de Guanajuato*. Nova Scientia. [En línea] ,vol., 15 de Agosto de 2015. [Fecha de consulta: 15 de Abril de 2019.] <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=203342741007>. ISSN:2007-0705.

MEJIA, Gema y PERALTA, Jose. Producción de biogás mediante biodigestor a escala piloto con residuos semi-sólidos (excretas y rumen) del camal de Calceta,Bolivar. *Tesis (Titulo)*. Calceta : Escuela Superior Politecnica de Manabi Felix Lopez, 2019. 85pp.

MOJICA, Cuitlahuac, VIDAL, Eleazar y RUEDA, Belzabet. *Estudio de las características físico-químicas de residuos orgánicos para su uso potencial en la producción de biogás*. [En línea], vol.3 n°6, abril de 30 de 2016. [Fecha de consulta: 11 de agosto de 2019.].http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Energia_Quimica_y_Fisica/vol3num6/Revista_Energia_Quimica_Fisica_V3_N6_3.pdf. 2410-3934.

OBLITAS, Ana. Estudio técnico-económico para producir biogás a partir de los residuos generados por el camal municipal de Tumán 2017. *Tesis (título de Ingeniero Industrial)*. Tumán : Universidad Señor de Sipán, 2018. 117pp.

ORTEGA, Lianys, FERNANDEZ, Elina y RODRÍGUEZ, Susana. *Principal methods for biogas desulphurization*. [En línea] ,vol.36 n°1. 2015. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2019.]. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382015000100004. ISSN: 1680-0338.

OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. *Sampling Techniques on a population study*. [En línea] 19 de diciembre de 2016. [Fecha de consulta: 4 de junio de 2019.] https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037. ISSN: 0717-9502.

PADILLA, ALEJANDRO y RIVERO, JOSE. *Producción de Biogás y compost a partir de Residuos Orgánicos recolectados del Complejo Arqueológico Huaca de la Luna*. [En línea] 16 de Setiembre de 2016. [Fecha de consulta: 12 de Octubre de 2019.] ISSN: 2306-2002.

PINOS, J. 2012. *Environmental regulations and impact of manure generated by livestock operations in some American countries*. [En línea] junio de 2012. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2019.] www.scielo.org.mx.

PRIETO, D y FAJARDO, M. *Análisis de biomásas obtenidas en el sector rural, municipio de Sibaté – Cundinamarca*. [En línea] marzo de 2017. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2019.] <https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Pers/article/view/1584#referenci>. 2145-6321.

QUISPE, Maricela. *Producción y evaluación de la calidad del biogas y biol en un biodigestor usando estiercol de codorniz de la granja V.A. velebit S.AC. Tesis (título de Ingeniero Ambiental)*. Lima : Universidad Nacional Agraria la Molina, 2015. 159pp.

SÁNCHEZ, Yomely. *Evaluación de la viabilidad de la biodigestión como sistema de tratamiento de los residuos de la granja porcina "Galo Porcino" Canton Echeandia, Provincia de Bolívar*. *Tesis (Título de Ingeniería en Gestión Ambiental)*. Bolívar : Universidad Técnica estatal de Quevedo, 2017. 98pp.

TAM, Jorge, VERA, Giovanna y OLIVEROS, Ricardo. *Tipos, Métodos y estrategias de investigación científica*. [En línea] 2008. [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2019.] http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/articulos/imarpe/oceanografia/adj_modela_pa-5-145-tam-2008-investig.pdf.

TARAMONA, L y BARRENA, M. *Rendimiento de biogás y sus beneficios socio económico en el desarrollo rural sostenible de las comunidades altoandinas*. [En línea] diciembre de 2017. [Citado el: 18 de abril de 2019.] <http://revistas.ulcb.edu.pe/index.php/RRVISTAULCB/article/view/62>. 2409-153.

TAY, Mercedes. Rendimiento de biogás y biofertilizantes en la digestión anaerobia de estiércol de animales y rastrojos en Lambaye. *Tesis (título de Magister en Ciencias Ingeniería Ambiental)*. Lambayeque : Universidad Nacional Pedro Ruiz de Gallo, 2017. 112pp.

TENIZA, G. *Producción de metano utilizando residuos cunículas*. [En línea] 2015. [Fecha de consulta: 13 de mayo de 2019.] <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62041194009.1665-2738>.

TEWELDE, G. 2018. *Anaerobic digestion of biogas production from the mixtures of cow dung, bana and mango peels from Bahir Dar Zuria, Ethiopia*. [En línea] vol.10. Julio de 2018. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2019.] <http://jprsolutiions.info/files/final-7337db8e2f3.40729680.0975-7619>.

VALDERRAMA, Santiago. *Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica*. Perú : Editorial San Marcos, 2007. 316pp. ISBN:9789972380419.

VEGA, Jhon. Diseño, construcción y evaluación de un biodigestor semicontinuo para la generación de biogás con la fermentación anaeróbica del estiércol de cuy y de conejo para Institución Educativa Privada Cristiana Bereshi. *Tesis (título de Ingeniero en Energía)*. Chimbote : Universidad Nacional de la Santa, 2015. 215pp.

VENEGAS, J., RAJ, D. y PINTO, R. *Biogas, la energía renovable para el desarrollo de granjas porcícolas en el estado de Chiapas*. [En línea], vol.34. 2019. [Fecha de consulta: 01 de junio de 2019.] http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s2448-6655201900100169&lng=es&nrm=iso.2448-6655.

VIZCON, Roberto y SANCHEZ, Florentino. 2019. *Energy Potential to Codigest Cattle manure, sewage sludge and food waste*. [En línea], vol. 40 n° 1. 1 de enero de 2019. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2019.] https://go.gale.com/ps/retrieve.do?tabID=T002&resultListType=RESULT_LIST&searchResultsType=SingleTab&searchType=BasicSearchForm¤tPosition=17&docId=GAL E%7CA582098072&docType=Article&sort=Relevance&contentSegment=ZONE-MOD1&prodId=AONE&contentSet=GALE%. ISSN: 1815-5901.

YAUYO, Luz. Elaboración de un biodigestor piloto tubular para el manejo de estiércol porcino, en una de las viviendas de la asociación agropecuaria los Lúcumos de Pachacamac.

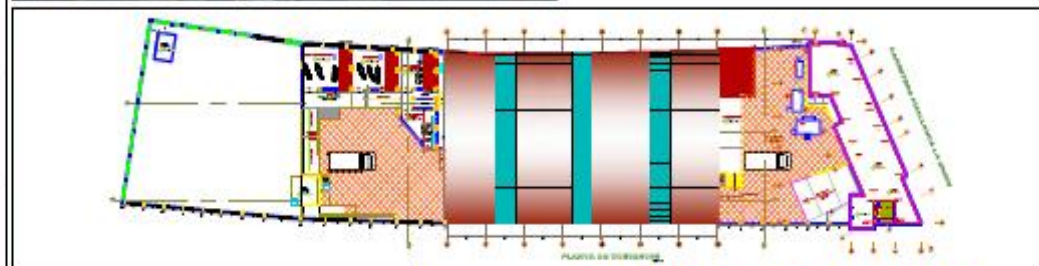
Tesis (título de Ingeniero Ambiental). Lima : Universidad Nacional Tecnología de Lima Sur, 2016. 131pp.

ANEXOS

Anexo 1.- Matriz de consistencia

“Evaluación de la composición del biogás proveniente de residuos orgánicos del camal municipal en un biodigestor tubular, Huallanca, Ancash - 2019”		
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL
¿Cuál es la calidad del biogás proveniente de residuos orgánicos de camal municipal producido en un biodigestor tubular, Huallanca, Ancash, 2019?	Evaluar la calidad del biogás proveniente de residuos orgánicos de camal municipal producido en un biodigestor tubular, Huallanca, Ancash, 2019.	<p>H0: biogás proveniente de residuos orgánicos de camal municipal producido en un biodigestor tubular es de calidad, Huallanca, Ancash, 2019.</p> <p>H1: biogás proveniente de residuos orgánicos de camal municipal producido en un biodigestor tubular no es de calidad, Huallanca, Ancash, 2019.</p>
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS
¿Cuál es la composición química del biogás proveniente de residuos orgánicos de camal municipal producido en un biodigestor tubular, Huallanca, Ancash, 2019?	Analizar la composición química del biogás proveniente de residuos orgánicos de camal municipal producido en un biodigestor tubular, Huallanca Ancash, 2019.	<p>Hipótesis específico 1.</p> <p>H0: La composición química influye en la calidad del biogás provenientes de residuos orgánicos municipales de Huallanca, Áncash, 2019.</p> <p>H1: La composición química no influye en la calidad del biogás provenientes de residuos orgánicos municipales de Huallanca, Áncash, 2019.</p>
¿Cómo influye las variables de operación en la producción de biogás proveniente de residuos orgánicos de camal municipal producido en un biodigestor tubular, Huallanca, Ancash, 2019?	Determinar la influencia de las variables de operación en la obtención del biogás proveniente de residuos orgánicos de camal municipal producido en un biodigestor tubular, Huallanca, Ancash, 2019.	<p>Hipótesis específico 2.</p> <p>H0: Las variables de operación influyen en la producción de biogás proveniente de residuos orgánicos de camal municipal producido en un biodigestor tubular, Huallanca, Ancash, 2019.</p> <p>H1: Las variables de operación no influyen en la producción de biogás proveniente de residuos orgánicos de camal municipal producido en un biodigestor tubular, Huallanca, Ancash, 2019.</p>

A map of Peru is shown, with its borders with Ecuador, Colombia, Brazil, Chile, and Bolivia labeled. The Pacific Ocean is to the west. A specific region in the west is highlighted in orange and labeled 'DEPARTAMENTO DE ANCASH'.



	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUALLANCA GERENCIA DE DESARROLLO URBANO Y RURAL				LAMOD: PL-01
	PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DEL CAMAL MUNICIPAL DE HUALLANCA, DISTRITO DE HUALLANCA - BOLOGNESI - ANCASH"				
PLANO: PLANO DE LOCALIZACION					
ALCALDE: JOSE A. MARTIN	CONSULTOR: JOSE ALDO ROMERO RUIZ	FISCAL: JOSE ALDO ROMERO RUIZ	CAD: JOSE ALDO ROMERO RUIZ	REGISTRO: JOSE ALDO ROMERO RUIZ	

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: CRISTIAN ALVAREZ (JUAN) TALLO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCTOR
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Cadena de custodia
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Luz Yesenia Cadillo Foray, Neeme Ruth Ramos Roca

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											/		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											/		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											/		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											/		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											/		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											/		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											/		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											/		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											/		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											/		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si
 —

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90%

Lima, 16 de Enero del 2020

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP. 

DNI No. 

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: RODRIGUEZ, Juan José
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Caracterización de los Residuos Orgánicos
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Noemi Ruth Ramos Rico - W2 Verónica Castilla Espartero

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											/		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											/		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											/		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											/		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											/		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											/		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											/		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											/		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											/		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											/		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si
 —

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90%

Lima, 16 de Enero del 2020

FIRMA DEL DEPARTAMENTO INFORMANTE
 en: 2020
 DNI No. 88493361 Tel:

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: ACOSTA SUASNABAR EUSTERIO HORACIO
 1.2. Cargo e institución donde labora: UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: CADENA DE GUARDIA
 1.4. Autor(A) de Instrumento: CADILLO GARAY, I.V. Y YERSENIA, P. RICO NOGUERA

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										✓			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										✓			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										✓			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										✓			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										✓			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										✓			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										✓			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										✓			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										✓			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										✓			


III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, 17 ENERO del 2020


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP: 22452

DNI No. 7287536 Telf: 7287536



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: ACOSTA SUASNABAR EUSTERIO HORACIO
 1.2. Cargo e institución donde labora: UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
 1.4. Autor(A) de Instrumento: CADILLO GARAY LUZ YERENIA y RAYOS RICO NOEMI

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										/			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										/			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										/			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

/

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, 17 enero del 2020

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP: 25450DNI No. 28326575 Telf.: 974147836

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Cabrera Carranza Carlos Francisco
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente en la Universidad César Vallejo
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Caracterización de los Residuos orgánicos
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Cedillo Garay Luz Yessima y Ramos Rico Naomi Ruth

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											✓		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											✓		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											✓		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											✓		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											✓		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											✓		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											✓		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

✓

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 16 de Enero del 2020

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP: 46532

DNI No. 74011111 Telf: 941309177



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Cabrera Carranza Carlos Francisco
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente en la Universidad César Vallejo
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Cadena de custodia
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Cadillo Garay Luz Yexenia y Romos Rico Noemi Ruth

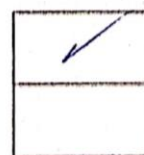
II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											✓		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											✓		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											/		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											✓		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											✓		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											/		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											/		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											✓		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :



90 %

Lima, 16 de Enero del 2020

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP: 16.02

DNI No. 0.30.12.431

94550903

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		“Evaluación de la composición del biogás proveniente de residuos orgánicos del camal municipal en un biodigestor tubular, Huallanca, Ancash - 2019”						
CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICO DE CAMAL								
	DIA	ANIMALES BENEFICIADOS			CONTENIDO RUMINAL			
		Nº Ovino	Nº Porcino	Nº Vacuno	Ovino (Kg)	Porcino (Kg)	Vacuno (Kg)	
SEMANA 1	Lunes							
	Miercoles							
	Viernes							
SEMANA 2	Lunes							
	Miercoles							
	Viernes							
Total								
Promedio Total								
Peso promedio del contenido ruminal								

[Handwritten signature]
 CIP 25450

[Handwritten signature]
 H. ALOSIO S.
 CIP 25450

[Handwritten signature]
 CIP 416572



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS



LABORATORIO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ANÁLISIS DE MUESTRA

SOLICITANTES: Noemi Ruth Ramos Rico - cód.: 6700277644

Luz Yesenia Cadillo Garay - cód.: 6700270763

PROCEDENCIA DE MUESTRA:

Dist. : Huallanca **Prov.:** Bolognesi **Región:** Ancash.

MUESTRA DECLARADA: Muestra de biol

FECHA DE MUESTREO: 01/01/2020.

FECHA DE RECEPCIÓN: 03/01/2020.

MÉTODO DE ANÁLISIS:

- APHA AWWA WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater.

ITEM	PARÁMETROS DE ANÁLISIS	valor	UNIDAD
01	Conductividad	9,45	mS/cm
02	pH	6,35	-
03	Solidos totales	11,900	mg/L

La Molina, 08 de enero de 2020.



Mg. Sc. Víctor MIYASHIRO KIYAN
JEFE DEL LABORATORIO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Dirección: Av. la Molina s/n - La Molina
Telf. 614-7800 anexo 394



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE INGENIERÍA AMBIENTAL



ANÁLISIS DE MUESTRA

SOLICITANTES: Noemí Ruth Ramos Rico - cód.: 6700277644

Luz Yesenia Cadillo Garay - cód.: 6700270763

PROCEDENCIA DE MUESTRA:

Dist. : Huallanca **Prov.:** Bolognesi **Región:** Ancash.

MUESTRA DECLARADA: Muestra de biogás de biodigestor tubular

FECHA DE MUESTREO: 04/12/2019.

FECHA DE RECEPCIÓN: 05/12/2019.

MÉTODO DE ANÁLISIS: directo

Equipo: Multitec® 545

ITEM	PARÁMETROS	Valor	Unidad
1	Metano (CH ₄)	5,5	%
	Dióxido de carbono (CO ₂)	67,0	%
	Oxígeno (O ₂)	10,8	%
	Sulfuro de Hidrogeno (H ₂ S)	0,18	%
	Monóxido de carbono (CO)	190	ppm



La Molina, 06 de diciembre de 2019.

Mg. Sc. Víctor MIYASHIRO KIYAN
JEFE DEL LABORATORIO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Dirección: Av. la Molina s/n - La Molina
Telf. 614-7800 anexo 394



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE INGENIERÍA AMBIENTAL



ANÁLISIS DE MUESTRA

SOLICITANTES: Noemí Ruth Ramos Rico - cód.: 6700277644

Luz Yesenia Cadillo Garay - cód.: 6700270763

PROCEDENCIA DE MUESTRA:

Dist. : Huallanca Prov.: Bolognesi Región: Ancash.

MUESTRA DECLARADA: Muestra de biogás de biodigestor tubular

FECHA DE MUESTREO: 08/12/2019.

FECHA DE RECEPCIÓN: 09/12/2019.

MÉTODO DE ANÁLISIS: directo

Equipo: Multitec® 545

ITEM	PARÁMETROS	Valor	Unidad
1	Metano (CH ₄)	2,3	%
	Dióxido de carbono (CO ₂)	19	%
	Oxígeno (O ₂)	16,8	%
	Sulfuro de Hidrogeno (H ₂ S)	69	ppm
	Monóxido de carbono (CO)	30	ppm

La Molina, 10 de diciembre de 2019.



Mg. Sr. Víctor MIYASHIRO KIYAN

JEFE DEL LABORATORIO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Dirección: Av. la Molina s/n - La Molina
Telf. 614-7800 anexo 394



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE INGENIERÍA AMBIENTAL



ANÁLISIS DE MUESTRA

SOLICITANTE: Noemi Ruth Ramos Rico - cód.: 6700277644

Luz Yesenia Cadillo Garay - cód.: 6700270763

PROCEDENCIA DE MUESTRA:

Dist.: Huallanca Prov.: *Bolognesi* Región: *Ancash*

MUESTRA DECLARADA: Muestra de biogás.

FECHA DE MUESTREO: 04/01/2020.

FECHA DE RECEPCIÓN: 06/01/2020.

MÉTODO DE ANÁLISIS: *Directo*

Equipo: Multitec® 545

ITEM	PARÁMETROS	Valor	Unidad
1	Metano (CH ₄)	16,6	%
	Dióxido de carbono (CO ₂)	37,0	%
	Oxígeno (O ₂)	11,8	%
	Sulfuro de Hidrogeno (H ₂ S)	550	ppm
	Monóxido de carbono (CO)	19	ppm



La Molina, 08 de enero de 2020.

Mg. Sc. Víctor MIYASHIRO KIYAN
JEFE DEL LABORATORIO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Dirección: Av. la Molina s/n - La Molina
Telf. 614-7800 anexo 394

ENSAYO N°001-M- 2019
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES - UCV
INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE SUELOS

Dirección: Jr. Santa Rosa S/N. Huallanca
Tipo de ensayo: Analisis de Rumen
Matriz: Residuos Organicos
Descripción de la muestra: Muestra inicial de Rumen
 Luz Yesenia Cadillo Garay
Muestra tomado por: Noemi Ruth Ramos rico
Fecha de ingreso de la muestra: 5/10/2019
Lugar donde se realizo el ensayo: Laboratorio de mecanica de suelos y materiales - UCV.

MUESTRA	Ph	T °C	C.E μs/cm	Humedad %	M.O %	N mg/l	COT mg/l	S.T mg/l	S.V mg/l
Ovino	4.75	19.2	2523	58.25	86.96	25.36	60.2	15.62	78.14

MUESTRA	Ph	T °C	C.E μs/cm	Humedad %	M.O %	N mg/l	COT mg/l	S.T mg/l	S.V mg/l
Porcino	6.62	18.5	2670	60.34	88.25	28.15	62.15	15.78	76.72

MUESTRA	Ph	T °C	C.E μs/cm	Humedad %	M.O %	N mg/l	COT mg/l	S.T mg/l	S.V mg/l
Vacuno	5.62	18.4	2594	62.15	89.21	29.75	62.15	15.69	76.92

MUESTRA	Ph	T °C	C.E μs/cm	Humedad %	M.O %	N mg/l	COT mg/l	S.T mg/l	S.V mg/l
Mezcla 3	5.26	18.5	2630	59.45	87.35	27.8	55.14	15.5	75.19

Metodología de análisis: Medoto de Kjeldahl
 medoto del Olsen, extraccion con NaHCO₃=0.5M, p H 8.5
 Extraccion con acetato de amonio (CH₃ -COONH₄)N, p H 7.0
 Saturacion con acetato de amonio (CH₃ -COONH₄)N, p H 7.0
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B

Equipo Utilizado: Multiparametro Hanna edge
Código interno: 6053633
 Espectrofotómetro UV
 6007328
 Equipo de filtración con bomba de vacío
 653626
 Equipo Kjeldahl
 600956
 Equipo de destilación de gases
 6009523
 Mufia
 6009521



M.Sc. Wilber Quijano Pacheco
 Docente de desarrollo de tesis - Ing. Ambiental
 UCV-Lima Norte